



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÝ AUDIT OBČANSKÉ STAVBY

ENERGY AUDIT OF CIVIL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Filip Jankes

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Filip Jankes
Název	Energetický audit občanské stavby
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
Analýza spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro výchozí stav a nový stav.
Výkres schéma zapojení kotelny v jedné variantě.
 - C. Energetický audit v souladu s vyhláškou 480/2012 Sb. v platném znění.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

V diplomové práci je zpracován energetický audit občanské stavby dle platné legislativy České republiky. V teoretické části je popsáno téma fotovoltaiky. Ve výpočtové části je provedena analýza spotřeby energie pro výchozí stav a nový stav. Na závěr je zpracován samotný energetický audit. Jsou navržena úsporná opatření, sestaveny dvě varianty včetně doporučení jedné z nich.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the energy audit of the civil building according to the valid legislation of the Czech Republic. The theoretical part describes photovoltaics. In the calculation section is performed an analysis energy consumption for the initial state and new state. In the last part, the energy audit itself is elaborated. Saving measures have been proposed, two variants, including the recommendations of one of them.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diplomová práce, energetický audit, občanská stavba, spotřeba energie, úsporná opatření

KEY WORDS

Diploma thesis, energy audit, civil building, energy consumption, saving measures

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Filip Jankes *Energetický audit občanské stavby*. Brno, 2018. 100 s., 28 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2018

Bc. Filip Jankes
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D. za jeho čas a cenné rady při jejím zpracování. Moje poděkování dále patří rodině a přátelům za podporu během studia.

Bc. Filip Jankes

OBSAH

ÚVOD.....	10
A. TEORETICKÁ ČÁST	11
A.1 FOTOVOLTAIKA.....	12
A.1.1 STRUČNÁ HISTORIE	12
A.1.2 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ	13
A.1.3 FOTOVOLTAICKÉ PANELY	14
A.1.4 ROZDĚLENÍ PODLE VELIKOSTI INSTALACE	19
A.1.5 PŘIPOJENÍ K DISTRIBUČNÍ SÍTI	20
A.1.6 RECYKLACE FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ.....	24
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	28
B.1 POPIS OBJEKTU	29
B.1.1 FOTODOKUMENTACE OBJEKTU.....	30
B.2 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE PRO VÝCHOZÍ STAV	31
B.2.1 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ.....	31
B.2.2 ENERGETICKÉ SYSTÉMY.....	35
B.2.3 TEPELNÉ ZTRÁTY OBÁLKOVOU METODOU.....	36
B.2.4 ENERGETICKÉ VSTUPY	36
B.2.5 VÝPOČTOVÝ MODEL	37
B.2.6 ENERGETICKÁ NÁROČNOST	39
B.3 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE PRO NOVÝ STAV	41
B.3.1 NAVRŽENÁ ÚSPORNÁ OPATŘENÍ.....	41
B.3.2 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ.....	41
B.3.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST	44
C. ENERGETICKÝ AUDIT	47
C.1 TITULNÍ LIST	48
C.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	49
C.3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	50
C.3.1 PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	50
C.3.2 ENERGETICKÉ VSTUPY	51
C.3.3 VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE	53
C.3.4 ROZVODY ENERGIE	54
C.3.5 VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE	54
C.3.6 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY	55
C.3.7 SYSTÉM MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ.....	58
C.4 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	59
C.4.1 VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE.....	59
C.4.2 VYHODNOCENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ KONSTRUKCÍ BUDOVY	59
C.4.3 CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE	60
C.5 NÁVRHY OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE.....	61
C.5.1 OPATŘENÍ Č. 1	61

C.5.2	OPATŘENÍ Č. 2	64
C.5.3	OPATŘENÍ Č. 3	65
C.5.4	OPATŘENÍ Č. 4	67
C.5.5	OPATŘENÍ Č. 5	69
C.5.6	OPATŘENÍ Č. 6	71
C.5.7	POROVNÁNÍ UVAŽOVANÝCH OPATŘENÍ	72
C.6	VARIANTY Z NÁVRHU JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ	73
C.6.1	VARIANTA I	73
C.6.2	VARIANTA II	75
C.6.3	POROVNÁNÍ UVAŽOVANÝCH VARIANT	77
C.6.4	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	79
C.6.5	EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	80
C.6.6	STANOVENÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	82
C.6.7	CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE NAVRŽENÝCH VARIANT	83
C.7	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY.....	84
C.8	DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY	85
C.8.1	SHRNUTÍ DOPORUČENÉ VARIANTY.....	85
C.9	EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	88
ZÁVĚR		93
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....		94
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....		95
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....		97
SEZNAM PŘÍLOH.....		100
POUŽITÝ SOFTWARE.....		100

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá energetickým auditem občanské stavby. Předmětem energetického auditu je bytový dům nacházející se ve městě Kyjov. Práce je rozdělena na tři části.

První část, která je teoretická, se zabývá tématem fotovoltaiky. Fotovoltaické systémy jsou popsány od historie vzniku, navazuje rozebrání existujících druhů fotovoltaických panelů a jejich účinností. Následují druhy připojení k distribuční síti a téma je zakončeno způsoby recyklace po konci životnosti panelů.

Druhá část je výpočtová. Zabývá se analýzou spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro výchozí stav a nový stav. Zadaný objekt je ve výchozím i novém stavu definován z hlediska tepelně technických vlastností konstrukcí a energetické náročnosti. Pro výchozí stav jsou popsány energetické systémy a vstupy a je definován výpočtový model. Nový stav se liší realizací optimální varianty složené z úsporných opatření.

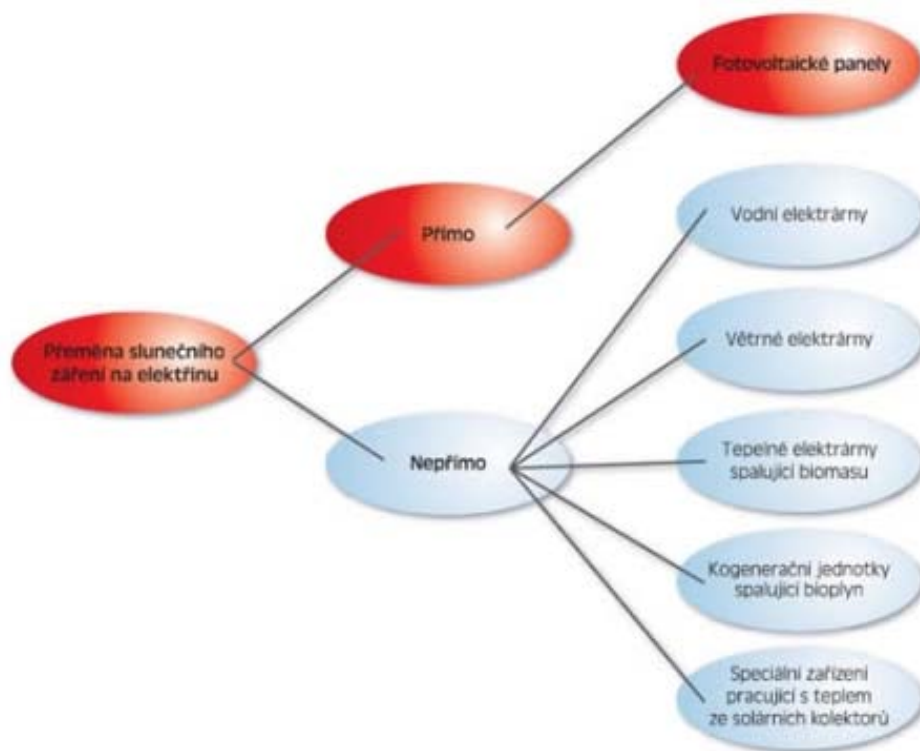
V třetí části je zpracován energetický audit v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku, ve znění pozdějších předpisů. Po shrnutí výchozího stavu objektu jsou navržena úsporná opatření s cílem snížit energetickou náročnost objektu. Jednotlivá opatření jsou sestavena do dvou variant, které jsou porovnány z ekonomického a ekologického hlediska. Následuje výběr optimální varianty a související doporučení energetického specialisty. Část C končí evidenčním listem energetického auditu.

Mezi samostatnými přílohami se kromě schématu zapojení kotelný nacházejí půdorysy, řez a pohledy řešeného objektu.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 FOTOVOLTAIKA

Jedná se o technologii, která přímo přeměňuje sluneční záření na elektrickou energii a při výrobě neprodukuje žádné emise, což je především v dnešní době kladně hodnoceno. Fotovoltaika je jediný zdroj elektřiny bez pohyblivých součástí. Fotovoltaické panely získávají elektřinu přímo, na rozdíl od elektráren větrných, vodních nebo tepelných. Považuje se za obnovitelný zdroj energie, jelikož využívá sluneční záření dopadající na zemský povrch [1].



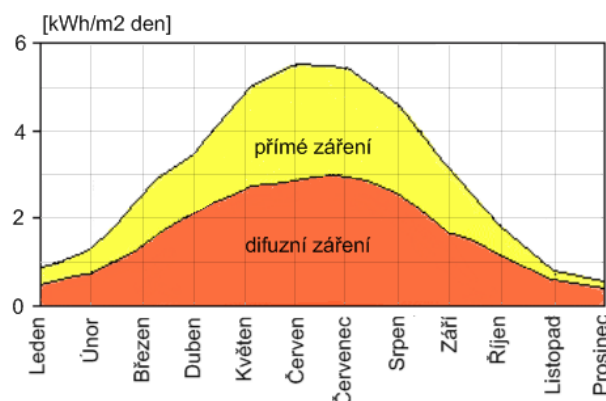
Obr. 1 Způsoby využití slunečního záření pro výrobu elektřiny [2]

A.1.1 Stručná historie

Francouzský fyzik Antoine César Becquerel (1788-1878) je považován za objevitele fotoelektrického jevu. Tento jev poprvé popsal Heinrich Hertz téměř deset let po úmrtí Becquerela, jako nevysvětlitelné chování elektromagnetického vlnění při dopadu na povrch kovu. První fotočlánek byl vyroben ze selenového polovodiče potaženého tenkou vrstvou zlata s účinností pouhého jednoho procenta. Až Albert Einstein v roce 1905 fyzikálně popsal fotoelektrický jev za což získal Nobelovu cenu. Zhruba 40 let poté si nechal americký inženýr Russell Shoemaker Ohl patentovat solární článek. Ve firmě, kde pracoval, byl vyroben roku 1954 první solární článek založený na monokrystalickém křemíku s účinností přibližně 6 %. Rozvoj fotovoltaiky zapříčinila především kosmonautika, neboť vesmírné družice využívaly energii vyrobenou právě solární články [3].

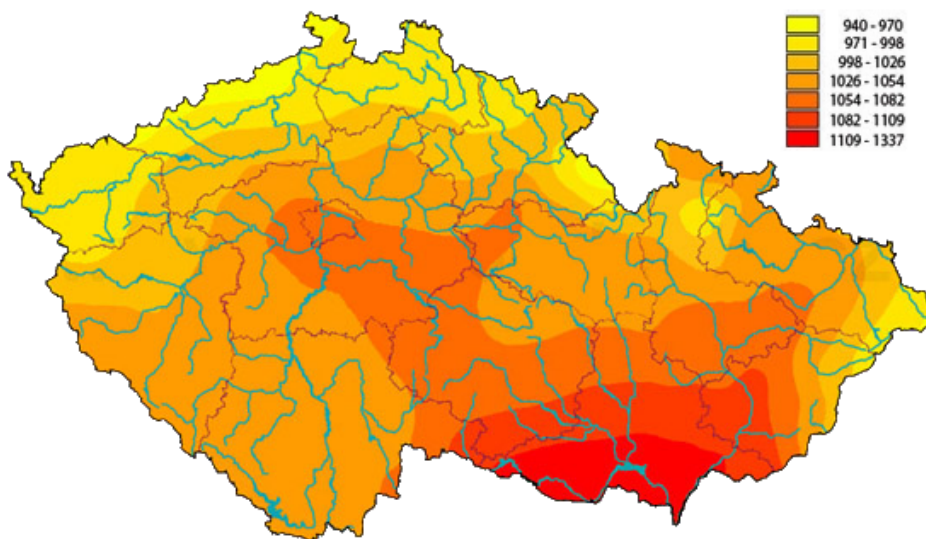
A.1.2 Sluneční záření

Primární energií je ve fotovoltaice sluneční záření. Největší vliv na celkovou účinnost fotovoltaického systému má intenzita, složení a doba trvání již zmíněného záření. Přímé záření dopadá během jasné oblohy ve většinové části rovnou na zemský povrch bez změny svého směru. Naopak záření rozptýlené v oblačnosti a atmosféře, označováno jako difúzní, dopadá na Zemi v různých směrech. Zmíněné druhy záření společně tvoří globální sluneční záření, během léta je jejich podíl přibližně vyrovnaný, v zimě převládá difúzní záření. Stanovená velikost sluneční konstanty odpovídá $1\,360\text{ W/m}^2$ [4].



Obr. 2 Podíl přímého a difúzního záření v podmínkách ČR [4]

Množství dopadající sluneční energie ovlivňuje několik faktorů. Především jde o zeměpisnou polohu, se kterou souvisí doba slunečního svitu, orientace fotovoltaického systému vůči světovým stranám, nadmořská výška, čistota ovzduší i oblačnost během dne. V ČR se doba slunečního svitu pohybuje okolo 1 500 hodin za rok, za předpokladu bezoblačné oblohy [4].



Obr. 3 Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR ve W/m^2 [4]

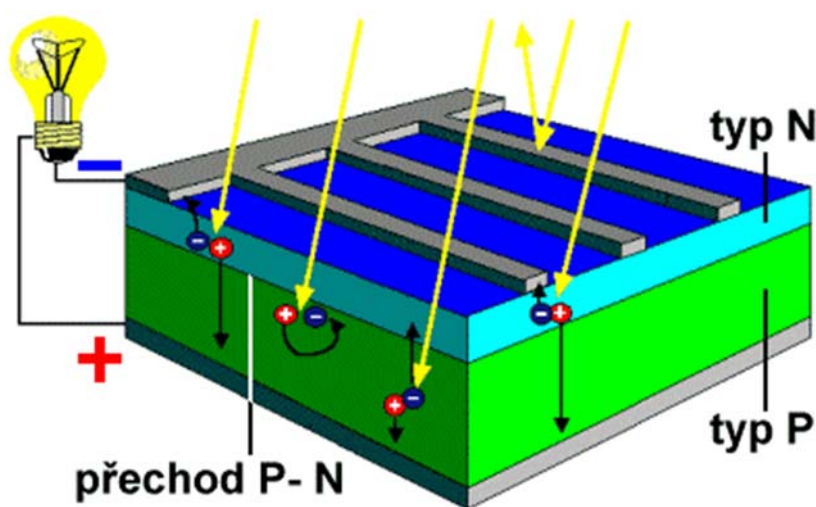
Z uvedené mapy lze snadno poznat, které lokality v ČR jsou nejvhodnější pro maximální využití sluneční energie fotovoltaickou elektrárnou. Intenzita slunečního záření se ve zmíněné oblasti pohybuje mezi 950 až 1340 kWh na metr čtvereční, největší podíl na tom má letní období. Při návrhu fotovoltaického systému je nutné znát velikost slunečního záření, kvůli výpočtu vyrobené energie a návratnosti investice [4].

A.1.2.1 Umístění fotovoltaické elektrárny vzhledem k světovým stranám

Pro zajištění maximálního výnosu ze systému, v průběhu celého roku, je nutné umístit fotovoltaický systém v optimální orientaci k světovým stranám a optimálním sklonu. V podmínkách ČR je nejvhodnější orientace přímo k jihu a sklon fotovoltaických panelů cca 34 stupňů. Jakékoliv zastínění panelů snižuje celkové výnosy, podle velikosti zastínění to mohou být i desítky procent. Z fyzikální funkce fotovoltaického článku vyplývá, že zastínění jednoho článku na panelu způsobí změnu chování a daný článek začne působit jako odpor a brzdí tok elektrické energie v ostatních článcích, respektive v celé sérii panelů, což je nevhodné [3].

A.1.3 Fotovoltaické panely

Tyto panely pracují na principu fotoelektrického jevu, kdy částice světla (fotony) dopadají na článek a svou energií z něho "vyrážejí" elektrony. Polovodičová struktura článku poté uspořádává pohyb elektronů. Výsledkem je využitelný stejnosměrný elektrický proud označovaný zkratkou DC (direct current). Vyrobenou stejnosměrnou energii lze využít přímo, ale častější je transformování pomocí střídače na střídavý proud, který je běžněji využíván. Solární články je možné využít pro malé výkony (napájení kalkulačky) až po velké elektrárny s výkony v MW. Fotovoltaické panely vyrábí elektrickou energii šetrně k životnímu prostředí a bez vzniku hluku [2].



Obr. 4 Fotovoltaický článek [5]

Fotovoltaický panel se skládá z jednotlivých fotovoltaických článků. Článek je polovodičový velkoplošný prvek s alespoň jedním P-N přechodem a obsahuje dvě vrstvy příměsových polovodičů typu P (anoda) a N (katoda). Přechod v ideálním stavu propouští proud jen jedním směrem. Přechod elektronů z vrstvy N, která obsahuje přebytek elektronů, do vrstvy P, s nedostatkem elektronů, neumožňuje potenciálová bariéra [5].

Fotoelektrický jev vzniká při dopadu fotonů slunečního záření na fotočlánek. Při tomto jevu jsou uvolňovány elektrony z krystalových mřížek obou vrstev. Hromadění elektronů probíhá ve vrstvě katody. Elektrické napětí vzniká mezi katodou a anodou. Sériové zapojení jednotlivých článků je z hlediska velikosti napětí výhodnější [5].

A.1.3.1 Solární články

Nyní je nejrozšířenější první generace solárních článků. Jde o monokrystalické a polykrystalické křemíkové články, které disponují účinností 12 až 14 %. Hlavní nevýhodou jsou vysoké výrobní náklady a s tím související vysoké nákupní ceny pro zákazníky. Proto se výzkum a vývoj orientuje na další generace [3].

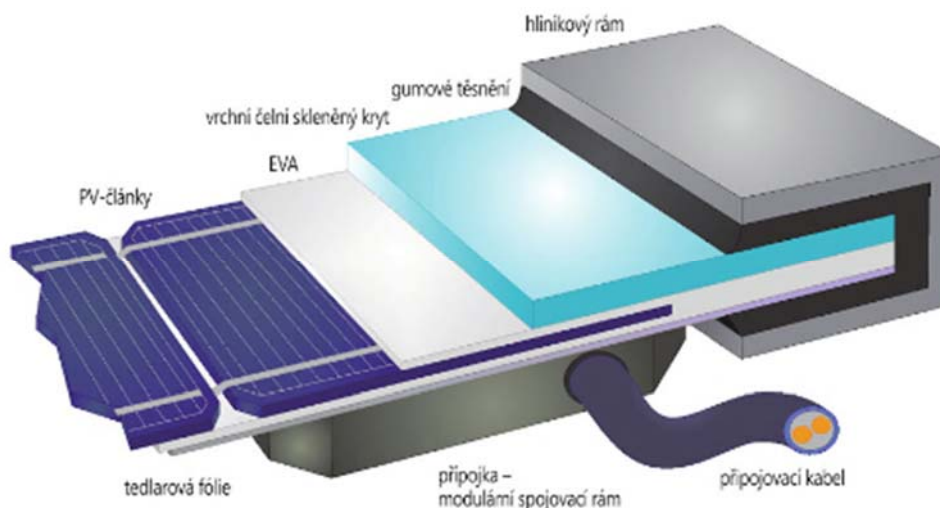
Tenkovrstvé články, spadající do druhé generace, se snaží zaměřit na nevýhody první generace a odlišit se v tomto ohledu. Jsou cenově dostupnější, na druhou stranu však nedisponují takovou účinností jako první generace. Články se vyznačují 100 až 1000 krát tenčí aktivní absorbující polovodičovou vrstvou označovanou jako thin-film. Nejvíce se využívají články z amorfního nebo mikrokystalického křemíku. Dále se používají tzv. CIS struktury, což jsou polovodiče smíšené z různých materiálů [3].

V tomto ohledu by měly být budoucností solární články třetí generace, které zahrnují vícevrstvé a koncentrátorové články. Vícevrstvé články se snaží maximalizovat energetickou využitelnost fotonů tím, že každá vrstva z vícevrstvé struktury absorbuje určitou část spektra slunečního záření. Spektrum, které není absorbováno, přechází do nižších vrstev, kde už může být absorbováno. Koncentrátorové články koncentrují sluneční záření pomocí čoček nebo zrcadel a zvyšují tak intenzitu světla. To jejich účinnost posunulo na hranici 35 % [3].

Vědci z Telavivské univerzity vyvinuly novou technologii a pro výrobu elektrické energie používají speciální techniku pomocí fotosyntézy. Články by měly být mnohonásobně levnější, než jsou současné a zároveň by se zvedla účinnost na mez 25 %. Další technologie, které se výrobci snaží využít, jsou např. nanotechnologie [3].

Obvyklý tvar křemíkových fotočlánků je čtverec. Dříve měly typickou délku hrany 4 palce, v současnosti se standardně vyrábějí s délkou strany 6 palců, tedy cca 15 cm, ale vyrábějí se i o 5 cm delší. Při sestavování modulu a při manipulaci je potřeba opatrnost, aby články nepopraskaly. S velikostí článků stoupá proud, ovšem napětí je konstantní. Používá se sériové zapojení, tzn. spojení předních kontaktů jednoho článku se zadními kontakty dalšího článku připájeného vodiči. Vyšší napětí jsou požadována pro napájení sítě

přes měnič. Z toho důvodu se vyrábějí solární moduly s velkým počtem sériově zapojených článků. Fotovoltaické panely ani celý systém nepotřebují údržbu, pouze je potřeba kontrolovat, jestli nejsou panely znečištěné nebo zakryté nějakými nečistotami, to by totiž způsobilo snížení výroby energie [6].

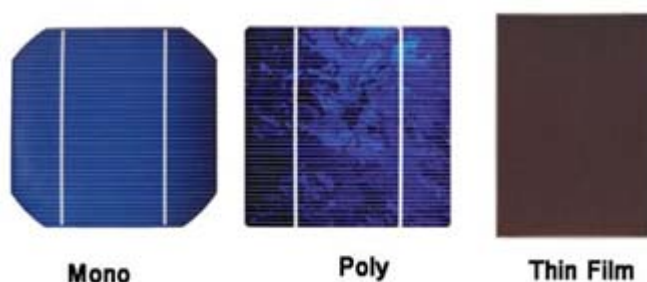


Obr. 5 Základní konstrukce fotovoltaického modulu [6]

Solární články musí být chráněny krytem před rozbitím a možnou korozí způsobenou vlhkostí. K této ochraně slouží vrchní čelní skleněný kryt z kaleného skla. Kryt kvalitního fotovoltaického panelu odolá povětrnostním podmínkám i dešti, sněhu nebo krupobití. V některých případech je použito sklo i na spodní straně panelu z důvodu zajištění mechanické stability. Dvě tenké fólie z etylenvinylacetátu (EVA) slouží jako plastové lože a spojují se se sklem a články při teplotě kolem 100 °C, čemuž se říká laminování. Po zhotovení jsou články chráněny především před vlhkostí [6].

A.1.3.2 Druhy fotovoltaických panelů

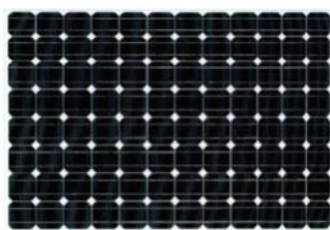
Fotovoltaické panely jsou složeny z jednotlivých solárních článků, které jsou mezi sebou propojeny a každý z nich přispívá k celkové výrobě malou částí napětí. Obvykle se vyrábějí z čistého křemíku (Si). Běžně dostupné v komerční sféře jsou křemíkové články, které lze rozdělit na tři druhy. Viditelné rozdíly mezi panely jsou patrné při pohledu na následující obrázek [3].



Obr. 6 Rozdíly mezi články [3]

Monokrystalické

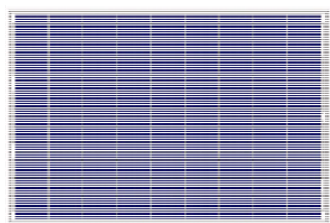
Monokrystalické články se vyrábějí tažením krystalu z taveniny. Vzniklý ingot, který je krystalem křemíku, je poté rozřezán na plátky s přibližnou tloušťkou 300 mikrometrů. Následuje vyleštění a vytvoření kladného a záporného náboje. Kladný náboj se vytvoří pomocí dopování jednoho povrchu prvkem, který má o jeden elektron více než křemík. U záporného prvku je to obdobné, ovšem opačně. Jedná se tedy o druhý povrch a dopování prvkem, který má o elektron méně. Po této úpravě povrchy přitahují nebo odpuzují elektrony uvolněné dopadajícími fotony. Proud, který tak vzniká, je díky vodivým elektrodám napařeným na destičku odváděn. Všechny články zvláště vyrábí velmi malé množství elektrické energie. Spojením více článků dohromady vznikají fotovoltaické panely, zvané moduly, a pro maximální zisk elektrického výkonu se spojují do série. Pevnou deskou jsou články chráněny ze spodní strany panelu a opačná strana je krytá tvrzeným leštěným sklem s antireflexním náštříkem. Běžně se účinnost tohoto druhu panelu pohybuje mezi 14 a 16 %. Obvykle po dvou letech vyrábění elektřiny se začne vracet energie na jejich výrobu. Jejich podíl na trhu je odhadován na hodnotu 40 % [7].



Obr. 7 Monokrystalický panel [8]

Polykrystalické

Od monokrystalických článků se výroba polykrystalických liší tím, že polykrystalická surovina vzniká tavením do formy s více zárodky. Kolektory nebývají barevně homogenní a obvykle bývají snadno viditelné jednotlivé krystaly. Disponují účinností o 1 až 2 % nižší než monokrystalické panely a mají i nižší stálost výkonu. Energetická návratnost těchto kolektorů je přibližně stejná jako u předchozích. Díky nízké ceně jsou dostupnější a tomu také odpovídá zastoupení na trhu na úrovni 50 % [7].



Obr. 8 Polykrystalický panel [8]

Amorfní

Tento druh článků je vyráběn nanášením slabých vrstev fotocitlivého materiálu na nosnou podložku, která bývá ze skla, nerez nebo plastu. Komplexněji využívá sluneční záření

z důvodu, že každá vrstva je citlivá na jiné spektrum tohoto záření. Nejsou příliš náchylné na teplotu prostředí a poradí si i s rozptýleným zářením, díky čemuž jsou méně náchylné na orientaci ke slunci. Bývají instalovány na svislé i vodorovné plochy. Přesto, že mají nižší účinnost, obvykle vykazují celoročně vyšší výrobu elektřiny. Musí vyrábět elektřinu po dobu jednoho roku, aby vrátily energii na vlastní výrobu. Na trhu jsou zastoupeny 10 % a v budoucnosti se očekává navyšování jejich podílu [7].



Obr. 9 Amorfnní panel [8]

Mezi články, které nejsou hojně používány patří:

- CIS (CuInSe₂)
- z teluridu kademnatého (CdTe)
- z galiumarsenidu (GaAs)
- víceřechodové struktury [9]

A.1.3.3 Účinnost fotovoltaických článků

Účinnost fotovoltaického článku udává, jaký podíl slunečního záření přemění článek na elektrický výkon. Čím větší výkon na metru čtverečním fotovoltaický článek vyrobí, tím je jeho účinnost vyšší. Výslednou účinnost pochopitelně ovlivňuje použitý materiál, ale také jeho kvalita. Při spojování jednotlivých fotočlánků do fotovoltaických modulů dochází ke snížení účinnosti kvůli potřebným meziprostorům mezi články a rámy modulu [6].

Tab. 1 Účinnost různých materiálů fotovoltaických článků [6]

Materiál článku	Maximální laboratorní účinnost	Maximální provozní účinnost sériového článku	Typická modulární účinnost článku	Plocha m ² potřebná na 1 kW
monokrystalický křemík	24,7 %	21,5 %	15 %	6,7
polykrystalický křemík	18,5 %	15 %	14 %	7,2
amorfnní křemík	12,7 %	8 %	6 %	16,7
CIS /n CIGS	19,5 %	11 %	10 %	10,0
CdTe	16,5 %	10 %	7 %	14,3
koncentrátorové články	40,7 %	35 %	28 %	3,6

Účinnosti fotovoltaických článků ovlivňuje dále způsob slunečního záření. Pro fotovoltaické panely složené z monokrystalických nebo polykrystalických článků je vhodnější přímé sluneční záření pro dosažení maximálního výkonu. Naopak pro tenkovrstvé panely na bázi amorfního křemíku je vhodnější záření difúzní, z tohoto důvodu tenkovrstvý panel vyrobí za rok o cca 10 % více energie než předem zmíněné mono a polykrystalické křemíkové články. Investorovi zvýší tenkovrstvé panely užitek i tím, že dochází k navýšení výroby elektřiny v energeticky náročnějším zimním období, to je způsobeno větším podílem difúzního záření v zimě [3].

Fotovoltaické panely během let používání pomalu ztrácejí svou účinnost, ročně klesne zhruba o 0,3 %, což není mnoho. Výrobci obvykle garantují 90% účinnost po 12 letech. Po čtvrt století by měl mít panel stále účinnost nad 80 % [3].

A.1.4 Rozdělení podle velikosti instalace

Velikosti instalace lze rozdělit do tří kategorií:

- Malé střešní instalace – vyznačují se nízkým výkonem do pár kWp, využití najdou především u rodinných domů, umístěné na konstrukci střechy. Samotné instalace mohou dvojího typu, integrované do střešní krytiny nebo v rovině střechy na hliníkové nosné konstrukci.
- Velké střešní instalace – svým výkonem začínají na úrovni 30 kWp a dosahují řádů MWp. Obvykle se tyto instalace používají pro velké průmyslové objekty, haly nebo logistická centra.
- Volně stojící instalace – disponují výkony mezi stovkami kWp až řády MWp. Nacházejí se na volných prostranstvích a jsou podpůrnou konstrukcí pevně spojeny se zemí [3].

Zvýšit energetické zisky je možné třemi různými způsoby a lze je i vzájemně kombinovat. Obvykle je pro jejich realizaci nutný zábor volné plochy, proto je lze jen stěží integrovat do budov.

Jedná se o:

- Oboustranné moduly – články se instalují na průhlednou podložku, tím se využívá světlo dopadající na obě strany. Na spodní stranu dopadá odražené a difúzní záření, díky čemuž se zvýší produkce až o 30 %.
- Natáčení za sluncem – při kolmo dopadajících slunečních paprscích má fotovoltaický panel nejvyšší účinnost a k tomu slouží dvouosý polohovací systém, který se po celý den otáčí zároveň se sluncem. Nevýhodou jsou vyšší investiční náklady.
- Koncentrátory – jak už bylo zmíněno, koncentrátory pomocí čoček nebo zrcadel koncentrují sluneční paprsky na článek, což způsobí záření s větší intenzitou. Výhodou je nízká cena zrcadel oproti fotovoltaickým článkům. Obvykle je potřeba jednoosé polohovací zařízení, aby byla zajištěna poloha článku v ohnisku. Je nutné

počítat s vysokou teplotou působící na články a účinnost se může zvýšit na několik desítek procent [2].



Obr. 10 Polohovací dvouosá instalace [7]

Existují i drobné aplikace fotovoltaiky a tvoří nezanedbatelný podíl trhu. Lze se setkat např. s fotovoltaickými články v kalkulačkách nebo solárními nabíječkami akumulátorů mobilních telefonů, fotoaparátů apod. Vyvíjejí se především kvůli delším pobytům v přírodě, kde není přístup k elektrické energii [10].

Posledním typem je fotovoltaika integrovaná do budov. Snížit náklady na instalaci fotovoltaického systému lze aplikací do obvodových konstrukcí budovy, konkrétně do střech a fasád. Tyto konstrukce jsou během roku vystavovány slunečnímu záření, a tak mohou při patřičných úpravách posloužit pro výrobu energie [10].



Obr. 11 Fotovoltaické fólie na střechu [9]

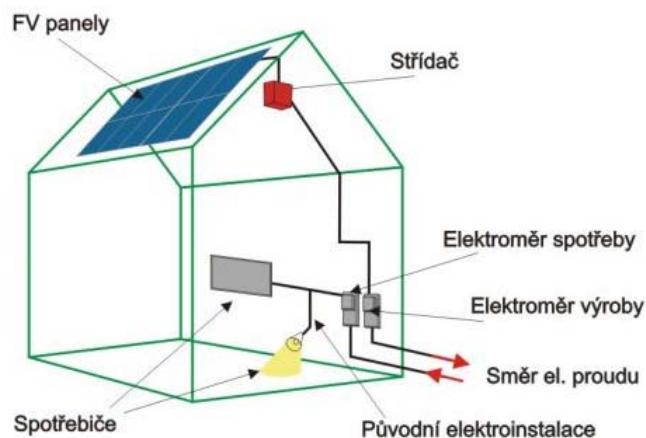
A.1.5 Připojení k distribuční síti

Rozlišuje se několik provedení podle způsobu napojení fotovoltaického systému na distribuční síť:

- On grid
- Off grid
- Hybridní systém

Systémy připojené k síti (On grid)

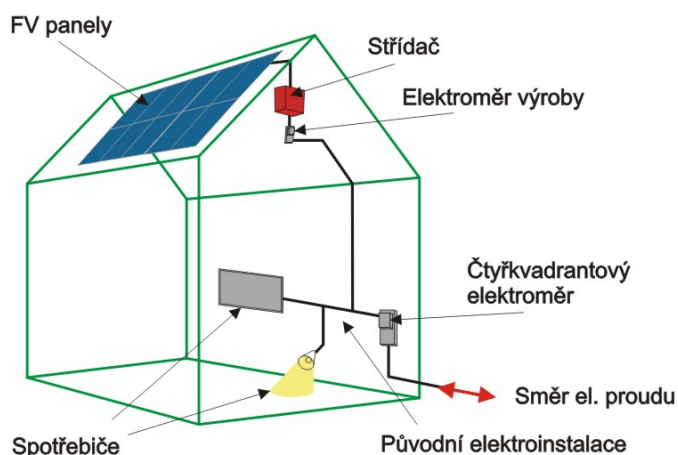
Fotovoltaickými kolektory vyrobená elektrická energie je dodávána do veřejné distribuční sítě. Pomocí střídače se mění vyrobené stejnosměrné napětí na střídavé. Střídač dále galvanicky odděluje rozvod stejnosměrného a střídavého proudu, mění frekvenci proudu, dokáže odpojit fotovoltaický systém od distribuční sítě v případě poruchy a upravuje výstupní napětí na velikost 220 V nebo vyšší. Pro měření množství vyrobené energie slouží elektroměr. V systému je dále použito několik dalších nezbytných prvků [7].



Obr. 12 Schéma přímého výkupu [3]

Tento systém připojení lze využívat dvěma způsoby. Buďto je prodáváno celé množství vyrobené elektrické energie majiteli distribuční sítě nebo vlastníkem systému energii využívá pro vlastní potřebu a do distribuční sítě dodává pouze přebytek, který nevyužije. V ČR se během několika posledních let rozmohl první způsob a investuje se do velkých fotovoltaických elektráren.

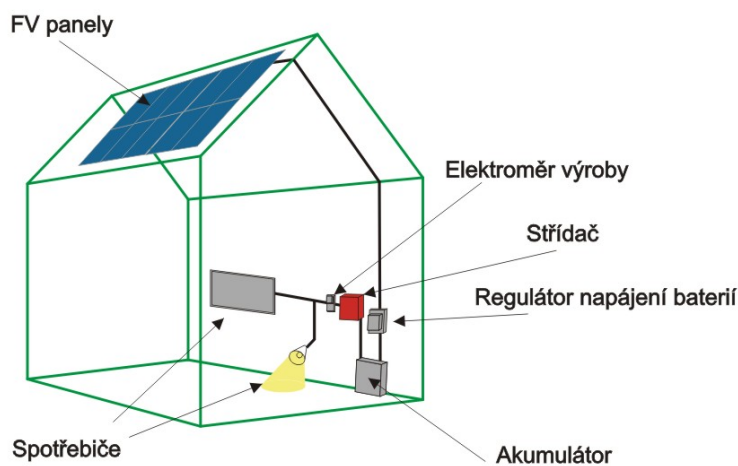
Druhý způsob, kdy majitel většinu energie použije pro vlastní potřebu a do distribuční sítě dodává přebytek, je v ČR označován jako zelený bonus. Jedná se o cenu, za kterou je majitel distribuční sítě povinen odkoupit přebytečnou energii. Výši bonusů stanovuje Cenovým rozhodnutím Energetický regulační úřad. Sazby zelených bonusů jsou nižší než sazby výkupních cen elektřiny. Kompenzují se tak, že majitel fotovoltaického systému v případě zelených nemusí platit tržní cenu za tu část jím spotřebované elektřiny, kterou je schopen vyrobit fotovoltaickým systémem. Z toho důvodu ji nemusí odebírat z distribuční sítě za tržní ceny. Obvykle se tento způsob připojení používá při výkonech do 10 kWp u rodinných domů nebo do 30 kWp u podnikových elektráren. Pro tuto instalaci je potřeba využívat čtyřkvadrantový elektroměr, který je schopen měřit dodané množství elektřiny z objektu do distribuční sítě i opačným směrem. Systémy připojené k distribuční síti jsou častěji využívány než ostrovní systémy [7].



Obr. 13 Schéma zapojení formou zeleného bonusu [3]

Ostrovní systémy (Off grid)

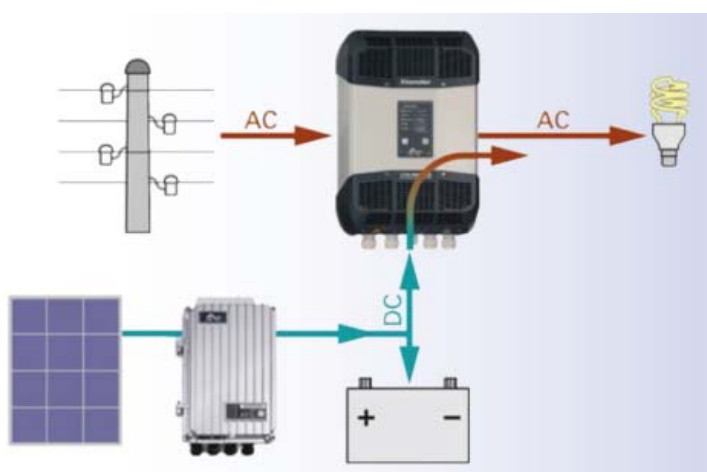
Ostrovní systémy spotřebovávají vyrobenou elektrickou energii přímo v objektu, kde byla vyrobena. Systém tvoří kromě fotovoltaických panelů také regulátory nabíjení, baterie a propojovací prvky, kterými jsou kabely, konektory, vypínače atd. Je vhodné použití úsporných spotřebičů a žárovek, aby bylo snadnější pokrýt spotřebu energie. Ideální jsou spotřebiče, které pracují na nízkém napětí 12 V nebo 24 V. Při použití spotřebičů spotřebovávajících střídavé napětí o velikosti 220 V je potřeba střídač neboli invertor, který stejnosměrný proud převede na střídavý a dále systém s dostatečnou kapacitou. Nevýhodou těchto systémů je nutnost pořídit si akumulátor, který disponuje přibližně poloviční životností oproti kolektorům a k tomu má vysokou pořizovací cenu. Akumulátory jsou baterie s nízkou hodnotou samovybití a jsou optimalizovány na hluboké vybíjení. Jsou chráněny před přebíjením nebo úplným vybitím pomocí regulátorů, což prodlužuje jejich životnost. Ostrovní systémy najdou využití především v lokalitách, kde není přívod elektrické energie. Dále se používají například pro noční osvětlení, napájení varovných signálů nebo izolované přístroje [7].



Obr. 14 Schéma zapojení formou ostrovního systému [3]

Hybridní systém

Hybridní fotovoltaickou elektrárnu lze použít od rodinných domů po průmyslové areály, pokud je možné současně využívat přípojku elektřiny. Jelikož je HFVE prokazatelně galvanicky oddělena od distribuční sítě, není potřeba žádat o povolení distributora. Hybridní systém je sice připojen na distribuční síť, ale primárně spotřebovává vlastní vyrobenou energii. Pokud výroba nezvládá pokrývat spotřebu, začne střídač automaticky odebírat elektřinu ze sítě. Nespornou výhodou elektrárny je schopnost využít 100 % vyrobené elektřiny (při zanedbání ztrát v bateriích) fotovoltaickými panely pro vlastní potřebu, přebytek není dodáván do sítě. Další předností je možnost HFVE kombinovat s ohřevem TV a topné vody pomocí zásobníku nebo s tepelným čerpadlem. Systém je variabilní, a tak je možné postupně přidávat množství fotovoltaických panelů podle finančních možností investora [11].



Obr. 15 Schéma hybridní fotovoltaické elektrárny [11]

A.1.5.1 Střídače

Střídač neboli invertor slouží pro přeměnu druhu proudu. Fotovoltaický systém vyrábí stejnosměrný proud, ovšem obvykle se využívá stejnosměrný proud, a proto je v systému osazen střídač. Mění parametry proudu jako jsou v elektrické síti (230 / 400 V, 50 Hz). U malých instalací plní také ochrannou funkci monitorováním napětí a frekvence sítě. Pokud nastane výpadek nebo nejsou dodrženy kvalitativní požadavky na vyrobenou elektřinu, odpojí elektrárnu od sítě. Kvalitní střídače obsahují jeden nebo několik MPPT (maximal power point trackers), což slouží k aktivnímu hledání optimálního pracovního bodu změnou vstupního odporu střídače. Výsledkem je získání nejlepšího výkonu panelů při daném ozáření. Propracovaný algoritmus MPPT zvyšuje výnos z fotovoltaické elektrárny. Střídače dosahují účinnosti kolem 96 %. U nízkonapěťových systémů složených z tenkovrstvých modulů se používají beztransformátorové střídače disponující vyšší účinností. Střídače osazené transformátorem mají nižší účinnosti, ovšem kvalitnější výstup [9].

A.1.6 Recyklace fotovoltaických panelů

V současné době se životnost fotovoltaických panelů odhaduje alespoň na 30 let, ve výjimečných případech se může jednat o téměř dvojnásobek. Panely jsou vyrobeny z cenných surovin, které se dají po vyřazení panelu opět využít [12].

A.1.6.1 Životnost fotovoltaických panelů

Snížení výkonu panelů během celé doby jejich životnosti je udávána na úrovni 20 %. Výrobci obvykle garantují u nejpoužívanějších krystalických a tenkovrstvých panelů pokles po 10 nebo 12 letech maximálně o 10 % a za 25 let o 20 %. Ovšem v praxi se běžně setkáváme se snížením výkonu po 25 letech o 6 až 8 %, tudíž skutečná životnost panelu bude delší [12].

U kvalitních panelů by již zmíněný pokles účinnosti o 20 % podle předpokladů mohl nastat až po nějakých 30 nebo 40 letech jejich životnosti. Ani po uplynutí této doby nemusí být panely určeny k likvidaci. I když se účinnost výroby elektrické energie bude dále postupně snižovat, takovéto panely mohou být nabídnuty méně náročným zájemcům, pro které je nízká pořizovací cena důležitější než účinnost. Tímto způsobem se životnost panelů podle předpokladů může prodloužit i za hranici padesáti let [12].

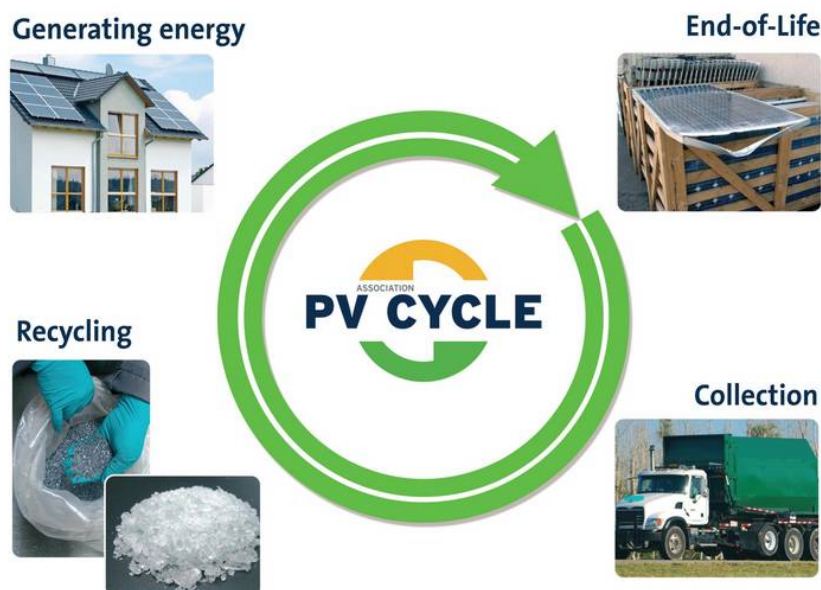
A.1.6.2 Důvody k vyřazení panelu

Obvyklým důvodem k vyřazení panelu bývá mechanické poškození buďto při dopravě anebo při samotné instalaci. Na druhou stranu je vhodné podotknout, že panely jsou dosti mechanicky odolné a standardně se testují na nárazy kroupami s velikostí 25 mm v rychlosti 100 km/h. Někdy se z počátku používání po měsících nebo několika málo letech objeví skryté vady materiálu, které ve výrobním závodu nebyly odhaleny. Tyto vady se ovšem neobjevují příliš často. Nejčastějším problémem u méně kvalitních výrobků bývá delaminace. Projevuje se rozlepením sendvičové struktury panelu při působení teploty a UV záření. Obvykle se neprojevuje pouze u jednoho kusu, ale týká se celé výrobní série [12].

A.1.6.3 Asociace PV Cycle

Asociace vznikla v roce 2007 v Bruselu a klade si za cíl vytvořit systém sběrných míst pro zpětný odběr poškozených a starých fotovoltaických modulů. Jedná se o první asociaci pro nakládání s odpady na světě. Působí po celé Evropě a sdružuje výrobce a dodavatele panelů kvůli dobrovolné zodpovědnosti za výrobek v průběhu celého životního cyklu. V České republice se v současnosti nacházejí dvě odběrná místa. V odběrných místech systému PV Cycle jsou k dispozici kontejnery pro odložení krystalických křemíkových panelů a tenkovrstvých panelů zvlášť. Tyto druhy panelů jsou odděleny z důvodu odlišné technologie použité při recyklaci. Po naplnění jsou kontejnery odvezeny k recyklaci a vyměněny za nové. Při potřebě uložení většího množství panelů, například z pozemní

fotovoltaické elektrárny, existuje možnost domluvit si příjezd kamiónu určeného k přepravě panelů rovnou k likvidované elektrárně [12].



Obr. 16 Asociace PV Cycle [13]

Zmíněná asociace dosáhla obdivuhodného 96% podílu recyklace materiálů z křemíkových fotovoltaických panelů. Recyklovatelné jsou i součásti obsahující EVA laminát, křemíkové polovodiče a kovy. To vše poměrně levně, a především šetrně k životnímu prostředí. Průměrná míra recyklace je o něco nižší, ovšem i tak dosahuje velice slušných 90 % v rámci křemíkových panelů. U nekřemíkových panelů je to dokonce 97 % [5].

A.1.6.4 Recyklované materiály

Sklo zaujímá většinový podíl z hmotnosti krystalických panelů se 60 až 70 %. Druhým nejvíce zastoupeným materiálem je hliník použitý jako rám s 20 %. U tenkovrstvých panelů již zmíněné dva druhy materiálů tvoří podíl přes 95 %. Sklo a hliník se obvykle dají recyklovat téměř úplně. Další kovové materiály nacházející se v panelech jsou cenné suroviny a z toho důvodu je vhodné z likvidovaných předmětů získávat. Použité plasty jde recyklovat jen částečně nebo vůbec [12].

Hliník

Primární produkce je energeticky náročná a při pohledu na výrobu celého panelu to představuje cca 8 % spotřeby energie. Z toho důvodu byly vyvinuty panely bez rámu, které se nyní také používají. Ovšem díky recyklaci není nutné je využívat. Hliník použitý na rámy panelů lze snadno recyklovat s nízkou spotřebou tepelné energie a výtěžnost se blíží ke 100 % [12].

Sklo

Sklo tvoří základní konstrukční díl, používá se při výrobě všech typů fotovoltaických panelů. Jen výjimečně je nahrazeno plastovými materiály. Jeho recyklací lze snížit spotřebu na jeho výrobu cca o 40 %. Zpětným využitím se výrazně sníží nároky na těžbu surovin a zároveň na velikost skládek odpadů. Tento materiál obvykle disponuje možností recyklace na původní výrobek [12].

Plastové komponenty

Z důvodu degradace plastů účinky klimatických podmínek je lze stěží dále využít. Spíše se využije energie uvolněná jejich spálením [12].

Fotovoltaické články

U technologie použité na krystalické články je jejich podíl vůči hmotnosti panelů v rámci jednotek procent. Tento druh článků se podílí až 80 % na spotřebě energie na výrobu vlastního panelu a z finančního hlediska zastupuje přibližně 50 % ceny. Během své životnosti se podstatně nezmění. V praxi už začíná docházet k recyklaci celých článků. Zpětné získávání polovodičových materiálů z fotovoltaických článků bývá výhodnější než získávání nových ze surovin [12].

Těžké kovy

Představují téměř zanedbatelné položky. Svým podílem na hmotnosti panelů zastupují pouhých několik desítek promile. Energetická a materiálová náročnost recyklace je srovnatelná s výrobou z primárních surovin. Jelikož jsou těžké kovy toxické, je nutné je recyklovat, aby nedocházelo ke znečišťování životního prostředí [12].

A.1.6.5 Metody recyklace

Existuje několik metod recyklace, buďto univerzální anebo metody vhodné pouze na recyklaci některých typů panelů.

Termická recyklace

Jedná se o zřejmě nejpokročilejší metodu. Celé panely se umístí do speciální pece a zahřívají se v ní na teploty překračující hranici 500 °C. Takto vysoká teplota způsobí odpaření plastových materiálů do další komory, v které jsou řízeně spalovány. K separaci dalších materiálů dochází ručně. Pokud se jedná o nepoškozené panely, je možno vytěžit až 85 % článků, které se dají dále použít. Spotřeba energie na výrobu nových panelů se tímto dá snížit až o 70 %. Termická recyklace se používá u všech panelů z krystalických článků [12].



Obr. 17 Recyklační zařízení pro krystalické panely [12]

Mechanicko-chemická metoda

Tato metoda recyklace je obdobná jako při likvidaci LCD (Liquid Crystal Display) televizorů. Nejprve se ručně demontuje hliníkový rám. Pokračuje se drcením a tříděním velikostních frakcí. Jednotlivé materiály se oddělují separačními metodami. Kovové materiály se po recyklaci dají použít v metalurgickém průmyslu, z plastů se obvykle využívá vyrobené teplo. Metoda méně využívá ruční práci oproti termické recyklaci. Důsledkem toho jsou vytěžené suroviny v drceném stavu. Metoda se využívá především pro tenkovrstvé panely, jelikož polovodičové materiály nelze získat jiným způsobem [12].



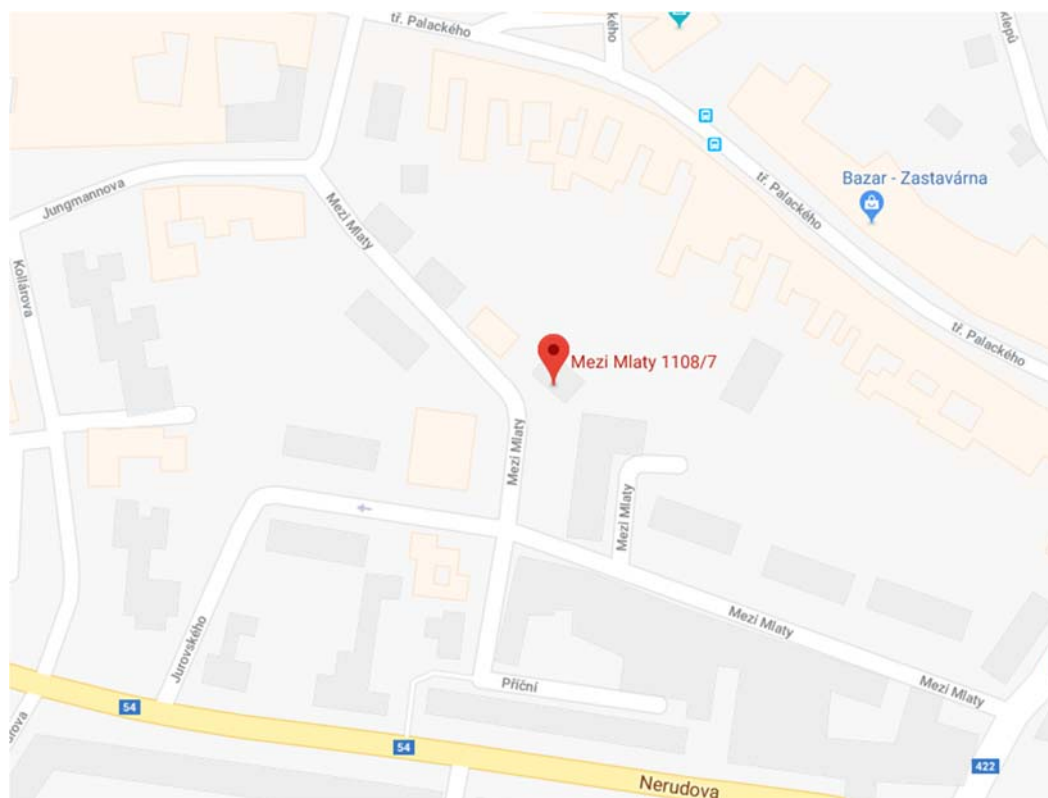
Obr. 18 Recyklační zařízení pro tenkovrstvé panely [12]

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

**ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE POSUZOVANÉHO ENERGETICKÉHO
HOSPODÁŘSTVÍ PRO VÝCHOZÍ STAV A NOVÝ STAV**

B.1 POPIS OBJEKTU

Řešenou občanskou stavbou je objekt ve městě Kyjov, okres Hodonín. Budovu vlastní Společenství vlastníků pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov. Spadá pod Katastrální úřad pro Jihomoravský kraj, Katastrální pracoviště Kyjov. Stavba stojí na pozemku s číslem 2031. Nachází se na výše uvedené adrese s číslem popisným 1108/7. Výstavba byla provedena v roce 1951. Objekt stojí v obytné zástavbě.



Obr. 19 Poloha objektu ve městě Kyjov [14]

Jedná se o stavbu s převážující funkcí pro bydlení, tedy o bytový dům. Vstup je situován ze severovýchodní strany a pomocí něj se obyvatelé domu dostanou na mezipodestu do úrovně mezi 1.NP a 1.S. Objekt má pouze jeden společný vstup, na který navazuje domovní komunikace se schodištěm. V suterénu se nachází pouze místnosti technického zázemí budovy, tedy prostory sklepů, sušáren, dílny, kočárkárny a rozvody ÚT a TV. Podzemní podlaží není vytápěno. Pomocí dvouramenného schodiště ve tvaru písmene „U“ se lze dostat do tří nadzemních podlaží. V každém nadzemním podlaží jsou umístěny tři bytové jednotky, dohromady tedy 9 bytů poskytující bydlení pro celkem 18 osob. Okenní a dveřní otvory jsou orientovány pouze na severovýchod a jihozápad. Ve zbylých dvou fasádách nejsou žádné otvory. Ve 2.NP a 3.NP vždy dva ze tří bytů mají k dispozici i balkón. Bytový dům je zastřešen plochou střechou.

Budova má obdélníkový půdorys o vnějších rozměrech 17,6 m a 11,1 m. Dosahuje výšky 11,1 m nad upravený terén. Světlá výška místnosti ve všech podlažích se pohybuje okolo 2,68 m. Nosné stěny v suterénu jsou vyžděny z CPP tloušťky 350 mm, omítnuty vápenocementovou omítkou a pod úrovní terénu opatřeny hydroizolací. Podlaha

podzemního podlaží je tvořena betonovými mazaninami, škvárou a hydroizolací. Na CPP navazují v nadzemních podlažích příčně děrované cihelné kvádry CDK tloušťky 300 mm, také opatřeny vápenocementovou omítkou. Nosnou část stropní konstrukce tvoří ŽB deska tlustá 200 mm doplněná nenosnými vrstvami. Vnitřní nenosné konstrukce tvoří zdivo z CPP o tloušťkách 60 mm a 100 mm. V suterénu jsou původní dřevěná okna. V nadzemních podlažích už byly původní výplně otvorů nahrazeny novými plastovými okny a dveřmi s izolačním dvojsklem. Střešní konstrukci tvoří ŽB deska tloušťky 200 mm doplněná škvárou, škvárobetonem, hydroizolací a na straně interiéru stejným druhem omítky, jako ostatní konstrukce.

B.1.1 Fotodokumentace objektu



Obr. 20 Pohled z jihu



Obr. 21 Pohled z východu

B.2 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE PRO VÝCHOZÍ STAV

B.2.1 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

V následujících tabulkách jsou stanoveny součinitelé prostupu tepla jednotlivých konstrukcí potřebných k dalším výpočtům. Následně jsou porovnány s požadovanou a doporučenou hodnotou součinitele prostupu tepla uvedenými v tabulce 3 v normě ČSN 73 0540-2 (2011) - Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Porovnání s normovými hodnotami je následně vyhodnoceno, jestli součinitel prostupu tepla dané konstrukce vyhoví nebo nevyhoví požadavkům normy.

Tab. 2 Stěna obvodová N1

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
Zdivo z příčně děrovaných cihelných kvádrů CDK	0,300	0,43	0,698		
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,11	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,11	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,22	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,30	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,25	

Tab. 3 Stěna obvodová N2

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,57	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,16	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,72	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,75	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,50	

Tab. 4 Stěna obvodová přilehlá k zemině N2a

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,00
Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Zdivo z CPP	0,070	0,80	0,088		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,45	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,14	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,59	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,85	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,60	

Tab. 5 Střecha plochá S1

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,10	0,04
ŽB deska	0,200	1,43	0,140		
Škvára	0,160	0,27	0,593		
Škvárobeton	0,060	0,52	0,115		
Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				0,98	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,10	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,08	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,24	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,16	

Tab. 6 Strop nad suterénem P2

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Čistá podlaha	0,010	0,22	0,045	0,17	0,17
Dřevěné prkna	0,020	0,14	0,143		
Škvára	0,080	0,27	0,296		
ŽB deska	0,200	1,58	0,127		
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,03	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,10	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,14	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,60	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,40	

Tab. 7 Podlaha na zemině P1

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Betonová mazanina	0,050	1,30	0,038	0,17	0,00
Škvára	0,050	0,27	0,185		
Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Betonová mazanina	0,100	1,30	0,077		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				2,04	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,20	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				2,24	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,85	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,60	

Následuje porovnání součinitelů prostupu tepla výplní otvorů. Kromě suterénu, kde jsou původní okna, byly ostatní výplně otvorů už vyměněny za plastové. Splňují alespoň hodnoty požadované normou, avšak nesplňují doporučené hodnoty.

Tab. 8 Výplně otvorů

Výplně otvorů	$U_{w/d}$ [W/(m²K)]	$U_{N,20}$ [W/(m²K)]	$U_{rec,20}$ [W/(m²K)]
Plastové okno s izolačním dvojsklem	1,30	1,50	1,20
		Vyhovuje	Nevyhovuje
Plastové dveře s izolačním dvojsklem	1,40	1,70	1,20
		Vyhovuje	Nevyhovuje
Dřevěné okno (suterén)	2,40	3,50	2,30
		Vyhovuje	Nevyhovuje

Součinitelé prostupu tepla všech konstrukcí, až na výplně otvorů, výrazně převyšují požadované hodnoty dané normou ČSN 73 0540-2 (2011). Vzhledem k roku výstavby 1951 je to pochopitelné.

B.2.2 Energetické systémy

V posuzovaném energetickém hospodářství se spotřebovávají dva různé druhy energií, kterými jsou tepelná a elektrická energie. Tepelná energie je získávána z nedaleké teplárny, která se nachází ve stejném městě jako daný stavební objekt. Jedná se tedy o soustavu centrálního zásobování teplem. V této teplárně se získává energie pomocí spalování paliva, k čemuž zde slouží zemní plyn. Tepelnou síť se vyrobená energie dostane do předávací stanice v suterénu zadaného bytového domu a využívá se pro ohřev topné vody a přípravu teplé vody. Elektrická energie je ve stávajícím stavu odebírána ze sítě. V budově se nenachází žádný vlastní zdroj energie.

K vytápění objektu slouží dvoutrubková otopná soustava. Jedná se o teplovodní soustavu s nuceným oběhem a teplotním spádem 90/70 °C. Rozvod teplotnosné látky zajišťuje v suterénu ležaté potrubí, které je dále rozvětveno na tři stoupací potrubí vedená v bytových jádrech. V jednotlivých bytech se nacházejí desková otopná tělesa s termostatickými hlavicemi.



Obr. 22 Příklad použitého otopného tělesa

Elektrická energie je využívána pro umělé osvětlení a pro napájení běžných domácích spotřebičů ze zásuvkových okruhů. Pro umělé osvětlení se používají klasické žárovky. Ve společných prostorech je namontováno 18 kusů žárovek.

Dále se v bytech spotřebovává zemní plyn. Je využíván pouze k vaření v kuchyních. Ovšem investor neposkytl údaje o spotřebě, proto není tento zdroj energie dále posuzován.

B.2.3 Tepelné ztráty obálkovou metodou

Pro výpočet tepelných ztrát obálkovou metodou je nutné znát plochy obalových konstrukcí, součinitelé prostupu tepla a teplotní rozdíl mezi interiérem a exteriérem. Tepelná ztráta se vypočítá vynásobením tří zmíněných hodnot. Venkovní výpočtová teplota byla uvažována -15 °C, převažující vnitřní teplota je 20 °C. Suterén budovy je nevytápěný a předpokládá se pro něj teplota 8 °C.

Tab. 9 Ztráty prostupem

Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Rozdíl teplot ΔT [K]	Ztráta prostupem Φ _{T,i} [kW]
Obvodová stěna N1	458,1	1,22	35,0	19,64
Střecha	195,4	1,08	35,0	7,35
Strop nad suterénem	195,4	1,14	12,0	2,67
Okna	76,85	1,30	35,0	3,50
Dveře	11,75	1,40	35,0	0,58
Celkem	937,5	-	-	33,74
Přirážka na tepelné vazby ΔU _{em} = 0,05 [W/(m ² K)]				1,64
Ztráty prostupem celkem Φ _T [kW]				35,38

Množství vzduchu infiltrací V_{inf,i} = 382,48 m³/h

Množství vzduchu přirozeným větráním V_{min,i} = 708,30 m³/h

Ztráta větráním Φ_V = 708,30 × 0,34 × 35 = 8,43 kW

Celková ztráta budovy Φ = Φ_T + Φ_V = 43,8 kW

B.2.4 Energetické vstupy

Jak už bylo v jednom z předchozích bodů uvedeno, do objektu vstupují energie tepelná a elektrická. Investor poskytl fakturační údaje o spotřebách energií za předchozí tři roky. Průměrná roční spotřeba energie na vytápění odpovídá 110,01 MWh/rok. Pro přípravu TV je to v průměru 25,36 MWh/rok a na osvětlení 0,312 MWh/rok. Uvedená spotřeba na osvětlení zahrnuje pouze společné prostory v budově, tudíž se pro další výpočty uvažovala hodnota získaná výpočtem programu DEKSOFT Energetika, což je 2,21 MWh/rok. Energetický model je naladěn na reálné spotřeby energií poskytnuté investorem.

Energetické vstupy jsou podrobněji popsány v části C. Energetický audit.

B.2.5 Výpočtový model

Výpočtový model byl sestaven v programu DEKSOFT Energetika. Byl použit modul měsíčního výpočtu, vícezónového. Budova byla rozdělena do dvou zón.

Geometrické charakteristiky budovy:

Objem budovy: $V = 1\,855,9\text{ m}^3$

Celková plocha obálky budovy: $A = 937,5\text{ m}^2$

Objemový faktor tvaru budovy: $A/V = 0,51\text{ m}^{-1}$

Celková energeticky vztažná plocha budovy: $A_c = 586,1\text{ m}^2$

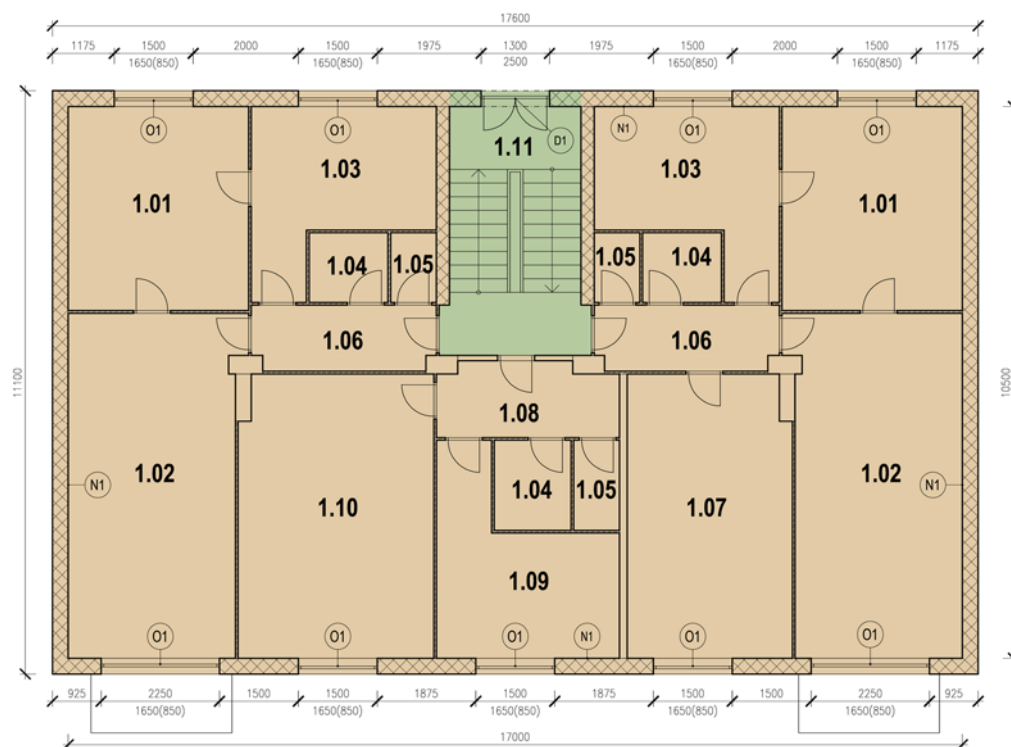
Zóna 1 – Obytné prostory

Zóna zahrnuje místnosti všech bytů v celé budově. Tvoří ji tedy všechna nadzemní podlaží, vyjma prostorů schodiště. Na podlaží jsou celkem tři byty, jejich dispozice je stejná v každém z nadzemních podlaží. Převažující vnitřní teplota je $20\text{ }^\circ\text{C}$, objem zóny $V = 1732,7\text{ m}^3$, plocha obalových konstrukcí budovy $A = 884,2\text{ m}^2$.

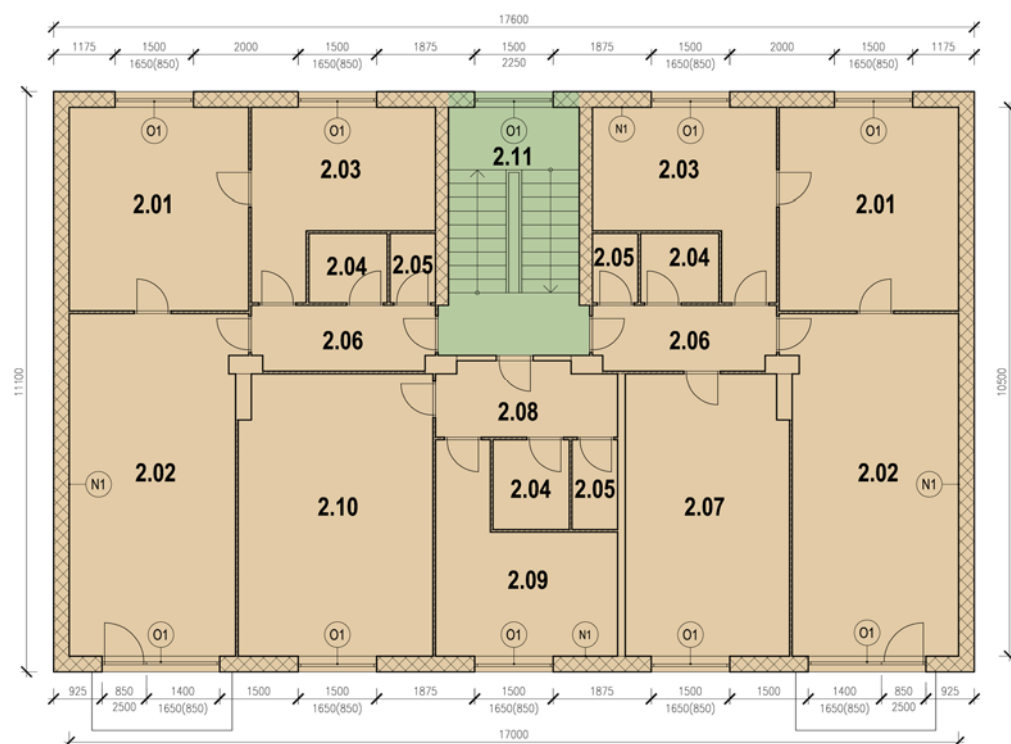
Zóna 2 – Schodiště

Zóna zahrnuje prostory schodiště a přiléhajících chodeb v nadzemních podlažích. Uvažuje se převažující vnitřní teplota $16\text{ }^\circ\text{C}$. Objem zóny $V = 123,2\text{ m}^3$ a plocha konstrukcí obálky budovy $A = 53,3\text{ m}^2$.

Suterén budovy nebyl zahrnut do žádné ze zón, neboť není vytápěn. Znázornění rozdělení půdorysů řešeného objektu na jednotlivé zóny je uvedeno na následujících obrázcích.



Obr. 23 Rozdělení na zóny – 1.NP



Obr. 24 Rozdělení na zóny – 2. a 3.NP

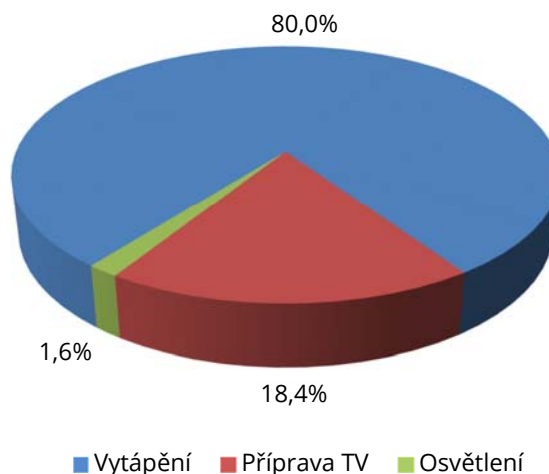
B.2.6 Energetická náročnost

Energetický model vychází z reálných fakturovaných spotřeb energií. V následující tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty za předchozí tři roky. Posuzuje se spotřeba tepla na vytápění a přípravu TV a spotřeba elektrické energie na osvětlení.

Tab. 10 Energetická náročnost – výchozí stav

Energetická náročnost	Spotřeba energie [MWh/rok]	Procentuální podíl [%]
Vytápění	110,01	80,0
Příprava TV	25,37	18,4
Osvětlení	2,21	1,6
Celkem	137,59	100

Energetická náročnost - výchozí stav



Graf 1 Procentuální podíl energetické náročnosti

V grafu lze snadno vidět, na co se spotřebuje největší množství energie. Z toho vyplívá, do čeho by se měly v největší míře investovat peníze pro realizaci úsporných opatření.

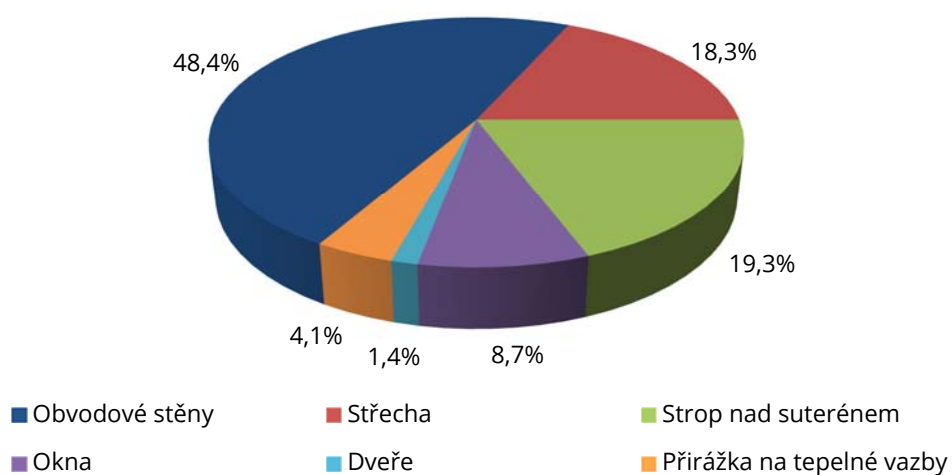
Měrná ztráta prostupem tepla konstrukcemi obálky budovy byla vypočítána programem, pro zónu 1 je to $H_T = 1\,088,99 \text{ W/K}$ a pro zónu 2 $H_T = 66,02 \text{ W/K}$. Podrobnější výpočet se nachází ve výstupu z programu uvedeném mezi přílohami.

Následuje rozdělení měrných ztrát prostupem tepla podle jednotlivých obalových konstrukcí budovy.

Tab. 11 Měrná ztráta prostupem tepla

Konstrukce obálky budovy	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Procentuální podíl [%]
Obvodové stěny	558,88	48,4
Střecha	210,99	18,3
Strop nad suterénem	222,71	19,3
Okna	99,97	8,7
Dveře	15,60	1,4
Přirážka na tepelné vazby	46,87	4,1
Celkem	1155,02	100

Měrná ztráta prostupem tepla



Graf 2 Procentuální podíl měrné ztráty prostupem tepla

Největší podíl měrných tepelných ztrát prostupem mají obvodové stěny, skoro 50 %. S přihlédnutím k součiniteli prostupu tepla obvodové stěny, který je $U_{kc} = 1,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, je jejich zateplení téměř nevyhnutelné.

B.3 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE PRO NOVÝ STAV

B.3.1 Navržená úsporná opatření

Jako nový stav se uvažuje budova po realizaci doporučené varianty zpracované v energetickém auditu. Jedná se o Variantu II a zahrnuje všechna navržená úsporná opatření, jejichž podrobný návrh je v části C. Energetický audit.

Seznam úsporných opatření:

- Opatření č. 1 – zateplení obvodových stěn
- Opatření č. 2 – zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 3 – zateplení střechy
- Opatření č. 4 – výměna výplní otvorů
- Opatření č. 5 – solární kolektory pro přípravu TV
- Opatření č. 6 – fotovoltaický systém

Nový stav disponuje zateplenými obvodovými stěnami tepelnou izolací EPS 70 F tloušťky 140 mm a v soklové části tepelnou izolací EPS Perimetr tloušťky 100 mm. Důvodem k zateplení jsou příliš vysoké hodnoty součinitelů prostupu tepla. Ze stejného důvodu je také navrženo zateplení stropu suterénu. Dalším důvodem k tomuto kroku je fakt, že suterén není vytápěn. Střecha není výjimkou a se svým součinitel prostupu tepla je vysoko nad hranicí doporučené hodnoty dle příslušné normy. Nové výplně otvorů se postarají o zlepšení těsnosti obálky budovy a přispějí ke snížení celkových tepelných ztrát objektu. Navržené solární kolektory pokryjí téměř 50 % spotřeby teplé vody a fotovoltaický systém sníží spotřebu energie na osvětlení o 44 %.

B.3.2 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

Zásluhou realizace úsporných opatření došlo ke zlepšení tepelně technických vlastností konstrukcí a výplní otvorů. Součinitelé prostupu tepla nového stavu budovy jsou uvedeny v následných tabulkách.

Tab. 12 Výplně otvorů

Výplně otvorů	$U_{w/d}$ [W/(m ² K)]	$U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	$U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]
Plastové okno s izolačním trojsklem	0,70	1,50	1,20
		Vyhovuje	Vyhovuje
Plastové dveře s izolačním trojsklem	1,00	1,70	1,20
		Vyhovuje	Vyhovuje
Dřevěné okno s izolačním dvojsklem (suterén)	1,10	3,50	2,30
		Vyhovuje	Vyhovuje

Tab. 13 Stěna obvodová N1

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Původní	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
	Zdivo z příčně děrovaných cihelných kvádrů CDK	0,300	0,43	0,698		
Přidáno	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS 70 F	0,140	0,038	3,684		
	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,005	0,22	0,023		
	Silikátová omítka	0,003	0,12	0,025		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,22	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,02	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,24	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,30	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,25	

Tab. 14 Stěna obvodová N2

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Pův.	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
	Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Přidáno	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS Perimetr	0,100	0,034	2,941		
	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,005	0,22	0,023		
	Silikátová omítka	0,003	0,12	0,025		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,28	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,03	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,30	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,75	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,50	

Tab. 15 Stěna obvodová přilehlá k zemině N2a

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Pův.	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,00
	Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Přidáno	Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS Perimetr	0,100	0,034	2,941		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,28	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,03	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,31	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,85	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,60	

Tab. 16 Strop nad suterénem P2

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Původní	Čistá podlaha	0,010	0,22	0,045	0,17	0,17
	Dřevěné prkna	0,020	0,14	0,143		
	Škvára	0,080	0,27	0,296		
	ŽB deska	0,200	1,58	0,127		
Přidáno	Lepicí a stěrkový tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS 100	0,100	0,037	2,703		
	Jemná štuková omítka	0,005	0,80	0,006		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,27	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,03	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,30	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,60	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,40	

Tab. 17 Střecha plochá S1

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Původní	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,10	0,04
	ŽB deska	0,200	1,43	0,140		
	Škvára	0,160	0,27	0,593		
	Škvárobeton	0,060	0,52	0,115		
	Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Přid.	Tepelná izolace EPS 100	0,220	0,037	5,946	0,14	0,01
	Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,14	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,01	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,16	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,24	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,16	

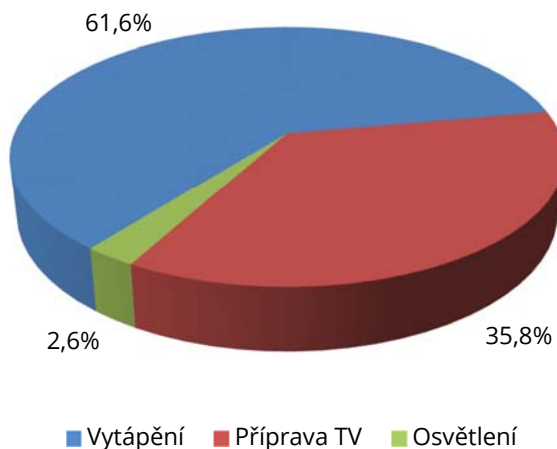
B.3.3 Energetická náročnost

Realizace doporučené varianty způsobí snížení energetické náročnosti nového stavu budovy o 73 % za rok. Nejvýraznější pokles původní spotřeby energie nastal u vytápění z hodnoty 110,01 MWh/rok na pouhých 22,96 MWh/rok. Energii na přípravu TV se podařilo snížit z 25,37 MWh/rok na přibližně poloviční hodnotu 13,35 MWh/rok. Na provoz osvětlení bude z původního množství energie 2,21 MWh/rok potřeba už pouze 0,97 MWh/rok.

Tab. 18 Energetická náročnost – nový stav

Energetická náročnost	Spotřeba energie [MWh/rok]	Procentuální podíl [%]
Vytápění	22,96	61,6
Příprava TV	13,35	35,8
Osvětlení	0,97	2,6
Celkem	37,27	100

Energetická náročnost - nový stav



Graf 3 Procentuální podíl energetické náročnosti

Procentuální podíl spotřebované energie na vytápění klesl o necelých 20 %. Oproti tomu se zvýšilo procento spotřeby energie na přípravu TV.

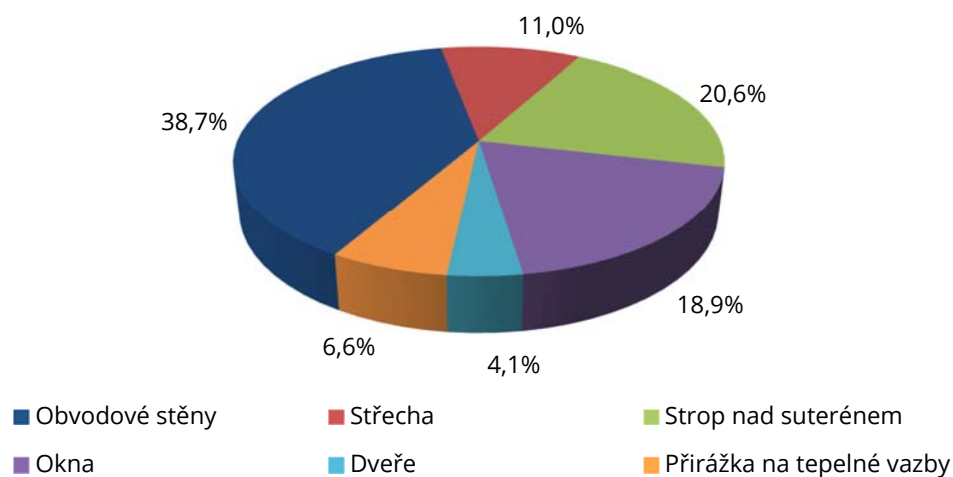
Tab. 19 Měrná ztráta prostupem tepla

Konstrukce obálky budovy	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Procentuální podíl [%]
Obvodové stěny	109,93	38,7
Střecha	31,26	11,0
Strop nad suterénem	58,61	20,6
Okna	53,84	18,9
Dveře	11,75	4,1
Přirážka na tepelné vazby	18,75	6,6
Celkem	284,14	100

Z výstupu programu byla zjištěna měrná ztráta prostupem tepla konstrukcemi obálky budovy. Pro zónu 1 je to $H_T = 264,29$ W/K a pro zónu 2 $H_T = 19,85$ W/K. Celková měrná ztráta prostupem tepla pro nový stav klesla vůči výchozímu stavu o $H = 870,88$ W/K.

Další graf zobrazuje procentuální podíly zastoupené v celkové měrné ztrátě budovy prostupem tepla pro jednotlivé konstrukce obálky budovy.

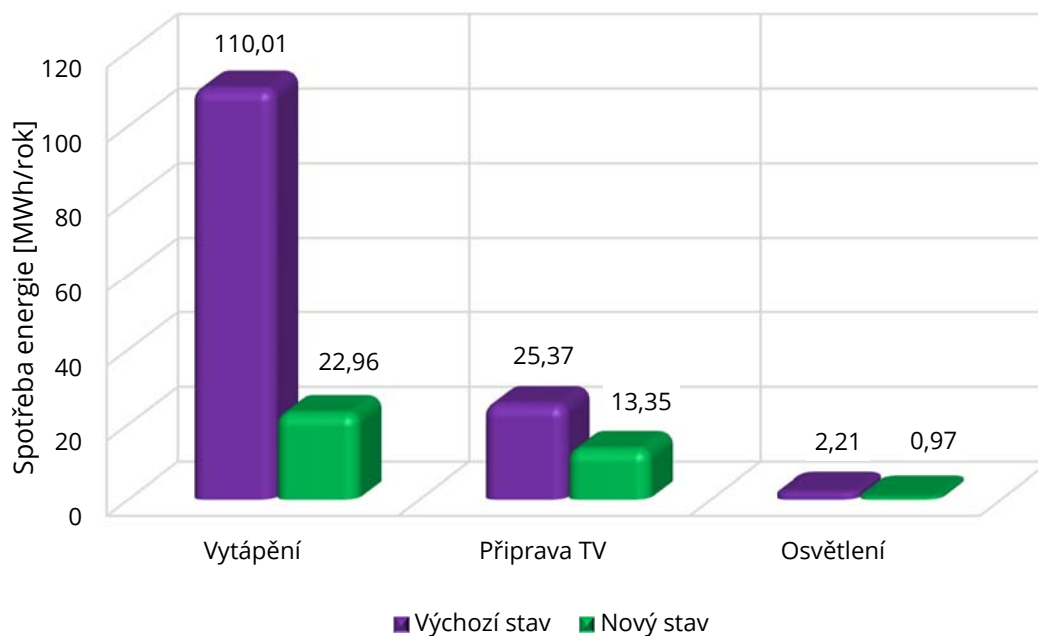
Měrná ztráta prostupem tepla



Graf 4 Procentuální podíl měrné ztráty prostupem tepla

Následující graf přehledně porovnává energetickou náročnost výchozího a nového stavu budovy.

Energetická náročnost výchozího a nového stavu



Graf 5 Porovnání energetické náročnosti výchozího a nového stavu

C.ENERGETICKÝ AUDIT

C.1 TITULNÍ LIST

ENERGETICKÝ AUDIT OBČANSKÉ STAVBY



Obr. 25 Předmět energetického auditu

Předmět energetického auditu:	Bytový dům
Datum vypracování:	12.1.2018
Jméno a příjmení energetického specialisty:	Bc. Filip Jankes

Energetický audit byl zpracovaný ve smyslu Zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku ze dne 20. prosince 2012 v platném znění.

C.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Vlastník předmětu energetického auditu

Název: Společenství vlastníků pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov

Sídlo: Mezi Mlaty 1108/7, 697 01 Kyjov

IČO: 28359704

Provozovatel předmětu energetického auditu

Název: Společenství vlastníků pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov

Sídlo: Mezi Mlaty 1108/7, 697 01 Kyjov

IČO: 28359704

Předmět energetického auditu

Název: Bytový dům

Adresa: Mezi Mlaty 1108/7, 697 01 Kyjov

Vlastník: Společenství vlastníků pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov

Zpracovatel energetického auditu

Jméno: Bc. Filip Jankes

Adresa: Supíkovice 64, 790 51 Supíkovice

E-mail: f.jankes@seznam.cz

Energetický audit se zpracovává za účelem snížení energetické náročnosti budovy návrhem optimální varianty složené z jednotlivých úsporných opatření.

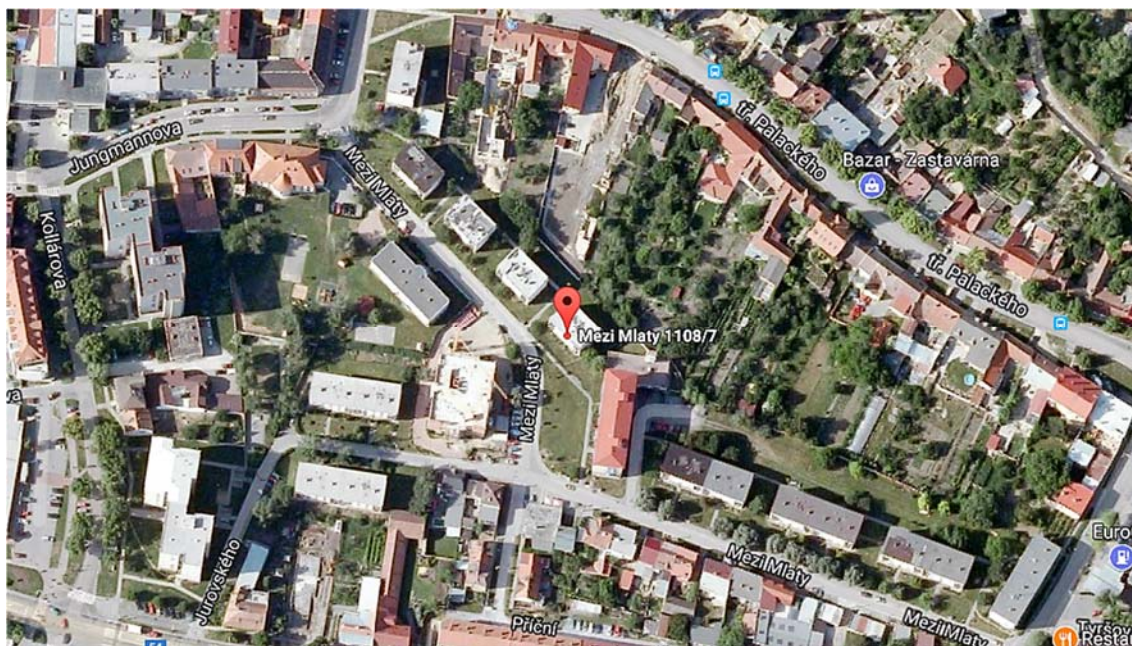
C.3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

C.3.1 Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu je bytový dům v ulici Mezi Mlaty nacházející se ve městě Kyjov v okrese Hodonín v Jihomoravském kraji. Na provoz objektu se spotřebovává tepelná a elektrická energie a plyn.

Investor nechal zpracovat tento energetický audit za účelem dosažení snížení nákladů na provoz bytového domu. K tomu mají dopomoci navržená úsporná opatření, která zajistí snížení spotřeby jednotlivých energií na vytápění objektu, přípravu teplé vody a osvětlení.

Jedná se o samostatně stojící objekt obdélníkového půdorysu o rozměrech 17,6 × 11,1 metrů, zasazený do zástavby města. Vstup do budovy je situován ze severovýchodní strany. Bytový dům disponuje třemi nadzemními podlažími a jedním podlažím suterénu. V každém z nadzemních podlažích jsou 3 byty, které v současnosti obývá 18 obyvatel. Technické zázemí se nachází v suterénu a disponuje místnostmi sklepů, sušáren, dílen a kočárkárny a jsou zde vedeny rozvody ÚT a TV.



Obr. 26 Situační plán [14]

V suterénu jsou nosné konstrukce tvořeny cihlami plnými pálenými o tloušťce 350 mm. Na ně navazují v prvním nadzemním podlaží příčně děrované cihelné kvádry CDK s tloušťkou 300 mm, které jsou použity i v ostatních nadzemních podlažích. Nosnou konstrukci ploché střechy tvoří železobetonová deska tlustá 200 mm doplněná potřebnými nenosnými vrstvami. Stropy mezi jednotlivými podlažími mají nosnou konstrukci ze stejného materiálu i o stejné tloušťce jako je na střeše. Podlaha na zemině v suterénu je tvořena převážně betonovými mazaninami s vrstvou škváry o celkové mocnosti 200 mm. Vnitřní nenosné konstrukce jsou tvořeny převážně z CPP tlouštěk 60 a 100 mm.

C.3.2 Energetické vstupy

Hodnoceny budou dva energetické vstupy potřebné na provoz budov, kterými jsou tepelná a elektrická energie. Tepelná energie je získávána z centrálního zásobování teplem pomocí předávací stanice v suterénu objektu. Elektrická energie je dodávána ze sítě. Do budovy dále vstupuje zemní plyn, který se v objektu využívá pouze na vaření v kuchyních. Jelikož investor neposkytl, z důvodu ochrany osobních údajů, hodnoty spotřeb plynu v bytech, není tento zdroj energie dále uvažován.

Následuje shrnutí množství spotřeb energií v budově za předcházející 3 roky. Hodnoty spotřeb získané z fakturačních údajů dodal investor.

Tab. 20 Spotřeba tepla na vytápění a náklady

Období	Spotřeba energie	Náklady
Rok 2014	101,36 MWh/rok	197 945,57 Kč
Rok 2015	96,57 MWh/rok	196 807,03 Kč
Rok 2016	132,11 MWh/rok	259 542,72 Kč
Průměr	110,01 MWh/rok	218 098,44 Kč

Investor uvedl spotřebu teplé vody pouze v jednotkách m³. Uvedené hodnoty byly kvůli dalším výpočtům přepočítány na MWh pomocí kalkulačky „Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody“ uvedené na stránkách www.tzb-info.cz.

Tab. 21 Spotřeba tepla pro přípravu TV a náklady

Období	Spotřeba energie	Náklady
Rok 2014	32,70 MWh/rok	73 269,42 Kč
Rok 2015	22,72 MWh/rok	58 340,77 Kč
Rok 2016	20,68 MWh/rok	53 671,67 Kč
Průměr	25,36 MWh/rok	61 760,62 Kč

Tab. 22 Spotřeba elektrické energie a náklady

Období	Spotřeba energie	Náklady
Rok 2014	0,249 MWh/rok	2 865,00 Kč
Rok 2015	0,166 MWh/rok	2 577,00 Kč
Rok 2016	0,520 MWh/rok	4 756,00 Kč
Průměr	0,312 MWh/rok	3 399,33 Kč

Hodnoty spotřeb elektrické energie se týkají pouze společných prostorů v budově, proto se dále použila hodnota získaná výpočtem z programu DEKSOFT Energetika. Vypočtená spotřeba elektrické energie odpovídá hodnotě 2,21 MWh/rok a nákladům 8 840,00 Kč.

Uvedené spotřeby energií byly podkladem pro vyplnění Přílohy č. 2 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.

Tab. 23 Soupis základních údajů o energetických vstupech

Pro rok: před realizací projektu					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	2,71		2,71	10,828
Teplo	GJ	541,86	3,6	150,52	279,859
Zemní plyn	MWh				
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				153,22	290,687
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				153,22	290,687

C.3.3 Vlastní zdroje energie

V objektu se nenachází vlastní zdroj energie, neboť elektrická energie je dodávána ze sítě a tepelná energie z centrálního zásobování teplem.

Tab. 24 Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky b) - (ř.3 x 3,6 + ř.7) : ř.12]	(%)	
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky b) - ř.3 x 3,6 : ř.6]	(%)	
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky b) - ř.7 : ř.11]	(%)	
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky b) - ř.6 : ř.3]	(GJ/MWh)	
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky b) - ř.11 : ř.7]	(GJ)	
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky b) - ř.3 : ř.1]	(hod)	
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky b) - (ř.7 : 3,6) : ř.2]	(hod)	

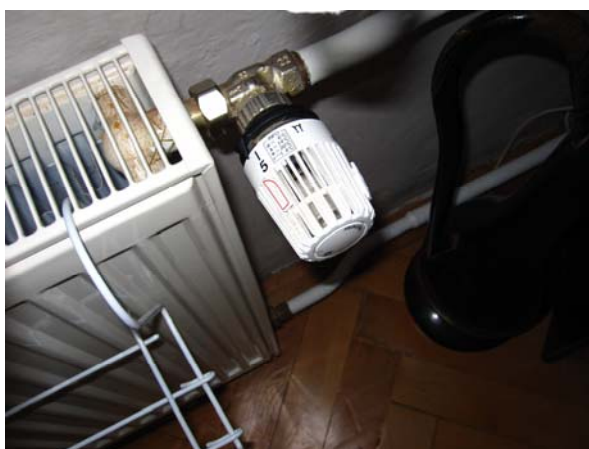
Tab. 25 Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	(MW)	
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	(MW)	
3	Výroba elektřiny	(MWh)	
4	Prodej elektřiny	(MWh)	
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	(MWh)	
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/r)	
7	Výroba tepla	(GJ/r)	
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	
9	Prodej tepla	(GJ/r)	
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	(GJ/r)	
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	(GJ/r)	
12	Spotřeba energie v palivu celkem	(GJ/r)	

C.3.4 Rozvody energie

Rozvody vytápění

Tepelná energie získaná v předávací stanici je pomocí otopné vody v suterénu objektu rozvedena ležatým potrubím, které je zavěšeno pod stropem. Ležaté potrubí je rozvětveno do stoupacích potrubí vedených v bytových jádrech. Pro rozvody je použito ocelové bezešvé potrubí opatřeno různými druhy izolací, jako jsou hliníková fólie, návleková izolace a minerální vlna. V bytech je osazeno 40 deskových otopných těles s bočním připojením. Většina otopných těles má dvě otopné desky a jeden konvekční plech. Dále disponují regulačními ventily a termostatickými hlavicemi značky Heimeier. Ve společných prostorech schodiště jsou osazena pouze dvě ocelová článková otopná tělesa bez termostatických ventilů.



Obr. 27 Otopné těleso s termostatickou hlavicí

Rozvody TV

Potrubí teplé vody je vedeno stejně jako rozvody pro vytápění, tedy ležaté potrubí pod stropem v suterénu a stoupací potrubí v bytovém jádru, odkud se oddělují jednotlivá připojovací potrubí k výtokovým armaturám. Rozvody TV jsou z plastového potrubí PPR a ocelového pozinkovaného potrubí, opatřena návlekovou tepelnou izolací.

Rozvody elektrické energie

Hlavní třífázový jistič 3x15 A je osazen v elektroměrové skříni, která je umístěna vedle vstupu do objektu. Pro rozvod elektrické energie slouží především kabely AYKY s hliníkovým jádrem. Pro rozvody v bytech slouží jednofázové jističe 1x16 A. Dodavatelem elektrické energie je společnost E.ON Distribuce, a.s. Ve společných prostorech se používá 18 kusů žárovek.

C.3.5 Významné spotřebiče energie

V bytovém domě se nenacházejí žádné významné spotřebiče energie. Objekt je vybaven pouze běžnými spotřebiči jako jsou lednice s mrazáky, pračky, myčky a plynovými sporáky s troubami.

C.3.6 Tepelně technické vlastnosti budovy

Výstavba budovy proběhla v roce 1951 a tomu také odpovídají tepelně technické vlastnosti konstrukcí budovy. Jedná se o původní neupravené konstrukce. Pouze u výplní otvorů před několika lety proběhla výměna, až na okna v suterénu, která jsou původní dřevěná. Součinitelé prostupu tepla obalových konstrukcí několikanásobně převyšují současné požadované a doporučené hodnoty dané normou ČSN 73 0540-2 (2011). Pouze výplně otvorů splňují požadované hodnoty součinitelů prostupu tepla, avšak nevyhoví na posouzení doporučených hodnot. Suterén je uvažován jako nevytápěný. Vrstvy vnějších obalových konstrukcí v následujících tabulkách jsou seřazeny od vnitřního prostředí směrem k vnějšímu.

Tab. 26 Stěna obvodová N1

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
Zdivo z příčně děrovaných cihelných kvádrů CDK	0,300	0,43	0,698		
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,11	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,11	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,22	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,30	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,25	

Tab. 27 Stěna obvodová N2

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,57	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,16	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,72	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,75	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,50	

Tab. 28 Stěna obvodová přilehlá k zemině N2a

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,00
Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Zdivo z CPP	0,070	0,80	0,088		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,45	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,14	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,59	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,85	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,60	

Tab. 29 Plochá střecha S1

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,10	0,04
ŽB deska	0,200	1,43	0,140		
Škvára	0,160	0,27	0,593		
Škvárobeton	0,060	0,52	0,115		
Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				0,98	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,10	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,08	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]				0,24	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]				0,16	

Tab. 30 Strop nad suterénem P2

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²K)/W]	R _{si} [(m²K)/W]	R _{se} [(m²K)/W]
Čistá podlaha	0,010	0,22	0,045	0,17	0,17
Dřevěné prkna	0,020	0,14	0,143		
Škvára	0,080	0,27	0,296		
ŽB deska	0,200	1,58	0,127		
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				1,03	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,10	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				1,14	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} [W/(m²K)]				0,60	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U _{rec,20} [W/(m²K)]				0,40	

Tab. 31 Podlaha na zemině P1

Vrstvy konstrukce	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²K)/W]	R _{si} [(m²K)/W]	R _{se} [(m²K)/W]
Betonová mazanina	0,050	1,30	0,038	0,17	0,00
Škvára	0,050	0,27	0,185		
Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Betonová mazanina	0,100	1,30	0,077		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]				2,04	Nevyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}				0,20	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]				2,24	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} [W/(m²K)]				0,85	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U _{rec,20} [W/(m²K)]				0,60	

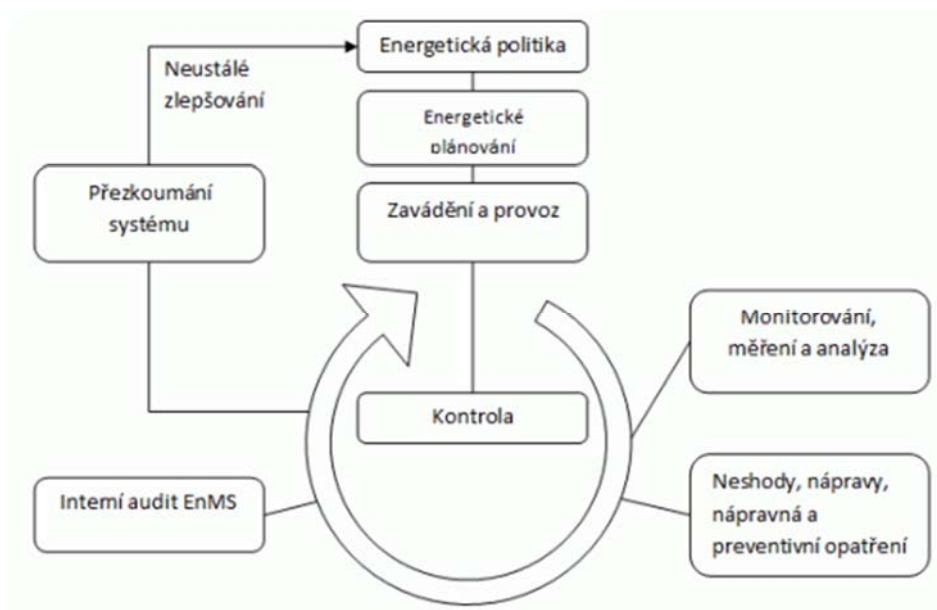
Tab. 32 Stávající výplně otvorů

Výplně otvorů	U _{w/d} [W/(m²K)]	U _{N,20} [W/(m²K)]	U _{rec,20} [W/(m²K)]
Plastové okno s izolačním dvojsklem	1,30	1,50	1,20
		Vyhovuje	Nevyhovuje
Plastové dveře s izolačním dvojsklem	1,40	1,70	1,20
		Vyhovuje	Nevyhovuje
Dřevěné okno (suterén)	2,40	3,50	2,30
		Vyhovuje	Nevyhovuje

Při pohledu na předchozí tabulky uvedené v této kapitole je zřejmé, čeho se budou v první řadě týkat navržená úsporná opatření v rámci zpracovaného energetického auditu.

C.3.7 Systém managementu hospodaření s energií

Systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001 není v řešené budově využíván.



Obr. 28 Model systému managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001 [15]

C.4 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

C.4.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie

Následující hodnoty byly použity pro výpočet energetického modelu budovy.

- Účinnost distribuce / sdílení energie na vytápění: 97 % / 97 %
- Účinnost distribuce / sdílení energie na přípravu TV: 80 % / 80 %

C.4.2 Vyhodnocení tepelně technických vlastností konstrukcí budovy

Ze všech posuzovaných konstrukcí vyhoví hodnotám z normy pouze výplně otvorů, a to na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla.

Tab. 33 Vyhodnocení součinitelů prostupu tepla stavebních konstrukcí

Konstrukce	U_{kc} [W/(m ² K)]	$U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	$U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení
Stěna obvodová N1	1,22	0,30	0,25	Nevyhovuje
Stěna obvodová N2	1,72	0,75	0,50	Nevyhovuje
Stěna u zeminy N2a	1,59	0,85	0,60	Nevyhovuje
Plochá střecha S1	1,08	0,24	0,16	Nevyhovuje
Strop nad suterénem P2	1,14	0,60	0,40	Nevyhovuje
Podlaha na zemině P1	2,24	0,85	0,60	Nevyhovuje

Tab. 34 Vyhodnocení součinitelů prostupu tepla výplní otvorů

Konstrukce	$U_{w/d}$ [W/(m ² K)]	$U_{N,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení	$U_{rec,20}$ [W/(m ² K)]	Posouzení
Plastové okno	1,30	1,50	Vyhovuje	1,20	Nevyhovuje
Plastové dveře	1,40	1,70	Vyhovuje	1,20	Nevyhovuje
Dřevěné okno	2,40	3,50	Vyhovuje	2,30	Nevyhovuje

Vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} = 1,23$ W/(m²K). Hodnota pro referenční budovu $U_{em,R} = 0,50$ W/(m²K).

Klasifikační ukazatel:

$$Cl = \frac{U_{em}}{U_{em,R}} = \frac{1,23}{0,50} = 2,46 [-] \quad (1)$$

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy dle ČSN 73 0540-2: 2011 odpovídá klasifikační třídě F – velmi ne hospodárná.

Tab. 35 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI (horní meze)
A	$U_{em} \leq 0,5 U_{em,N}$	Velmi úsporná	0,5
B	$0,5 U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 U_{em,N}$	Úsporná	0,75
C	$0,75 U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 U_{em,N}$	Nevyhovující	1,5
E	$1,5 U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 U_{em,N}$	Nehospodárná	2,0
F	$2,0 U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 U_{em,N}$	Velmi ne hospodárná	2,5
G	$U_{em} > 2,5 U_{em,N}$	Mimořádně ne hospodárná	> 2,5

C.4.3 Celková energetická bilance

Zde je uvedena výchozí roční energetická bilance dle přílohy z příslušné vyhlášky.

Tab. 36 Výchozí roční energetická bilance

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)
1.	Vstupy paliv a energie	551,60	153,22	290,687
2.	Změna zásob paliv	0	0	0
3.	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	551,60	153,22	290,687
4.	Prodej energie cizím	0	0	0
5.	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 - ř.4)	551,60	153,22	290,687
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř. 5)	54,49	15,14	0
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	396,05	110,01	218,098
8.	Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	0	0	0
9.	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	91,32	25,37	61,761
10.	Spotřeba energie na větrání (z ř. 5)	0	0	0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř. 5)	0	0	0
12.	Spotřeba energie na osvětlení (z ř. 5)	7,96	2,21	8,840
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	1,79	0,50	1,988

C.5 NÁVRHY OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

Protokoly jednotlivých úsporných opatření se nacházejí v přílohách. Všechna opatření včetně výchozího stavu (kromě opatření č. 5) byla zpracována v programu DEKSOFT Energetika. Páté opatření bylo zpracováno pomocí Zjednodušené měsíční metody pro bilancování solárních tepelných soustav (autoři: T. Matuška, B. Šourek, verze 2015/03) [16]. Každé opatření bylo navrženo samostatně bez jiných úprav výchozího stavu objektu. Všechny uvedené ceny jsou včetně DPH.

C.5.1 Opatření č. 1

Název opatření: zateplení obvodových stěn

Nynější součinitele přestupu tepla obvodových stěn výrazně převyšují požadované hodnoty dle normy ČSN 73 0540-2: 2011. Proto je nevyhnutelné provést zateplení stěn obálky budovy, aby se tím zamezilo významnému úniku tepelné energie z objektu.

Obvodová stěna N1, ohraničující všechny nadzemní podlaží, bude doplněna o tepelnou izolaci EPS 70 F tloušťky 140 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Nové skladby stěny sníží součinitel tepelné vodivosti z původní hodnoty $U = 1,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ na novou hodnotu $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Další obvodové stěny N2 a N2a, které ohraničují podlaží suterénu, budou upraveny přidáním tepelné izolace EPS Perimetr o tloušťce 100 mm. Díky tomu klesnou součinitele tepelné vodivosti na hodnoty $U = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pro stěnu N2 a $U = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pro stěnu N2a přilehlou k zemině.

Tab. 37 Opatření č. 1 – součinitel přestupu tepla obvodové stěny N1

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Původní	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
	Zdivo z příčně děrovaných cihelných kvádrů CDK	0,300	0,43	0,698		
Přidáno	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS 70 F	0,140	0,038	3,684		
	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,005	0,22	0,023		
	Silikátová omítka	0,003	0,12	0,025		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,22	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,02	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,24	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,30	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,25	

Tab. 38 Opatření č. 1 – součinitel přestupu tepla obvodové stěny N2

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Pův.	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,04
	Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Přidáno	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS Perimetr	0,100	0,034	2,941		
	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,005	0,22	0,023		
	Silikátová omítka	0,003	0,12	0,025		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,28	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,03	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,30	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,75	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,50	

Tab. 39 Opatření č. 1 – součinitel přestupu tepla obvodové stěny přilehlé k zemině N2a

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m*K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Pův.	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,13	0,00
	Zdivo z CPP	0,350	0,80	0,438		
Přidáno	Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
	Lepicí a stěrkový fasádní tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS Perimetr	0,100	0,034	2,941		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,28	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,03	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,31	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,85	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,60	

Všechny tyto konstrukce po realizaci opatření splňují požadavky normy ČSN 73 0540-2: 2011 na požadované i doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Celková plocha určená k zateplení je 604,48 m². Díky tomuto opatření dojde k úspoře 49,58 MWh/rok energie na vytápění a uspoření 98,284 tis. Kč/rok.

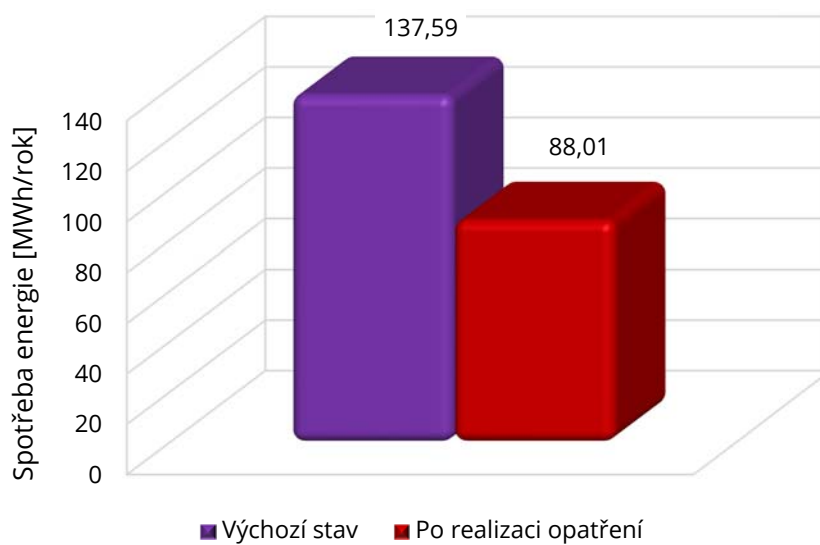
Tab. 40 Opatření č. 1 - náklady

Orientační cena:	1 200	Kč/m ²
Plocha stěny N1:	456,04	m ²
Orientační cena:	1 000	Kč/m ²
Plocha stěny N2:	72,83	m ²
Orientační cena:	1 000	Kč/m ²
Plocha stěny N2a:	75,61	m ²
Náklady:	695 688	Kč

Tab. 41 Opatření č. 1

Číslo opatření: 1	Výchozí stav		Po realizaci opatření			
Název opatření: zateplení obvodových stěn	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	60,44	119,815	49,58	98,284
Příprava TV	25,37	61,761	25,37	61,761	-	-
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-
Celkem	137,59	288,699	88,01	190,415	49,58	98,284
Investice [tis. Kč]	-		695,688			

Porovnání spotřeb energie

**Graf 6** Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 1

C.5.2 Opatření č. 2

Název opatření: zateplení stropu nad suterénem

Jelikož je suterén zadaného objektu nevytápěný, je vhodné stropní konstrukci mezi suterénem a prvním nadzemním podlažím zateplit. Současný součinitel přestupu tepla zmíněné konstrukce s hodnotou $U = 1,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ značně převyšuje hodnoty z příslušné již dříve zmíněné normy.

Stropní konstrukce se ze strany suterénu opatří tepelnou izolací EPS 100 tloušťky 100 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ a dalšími nezbytnými vrstvami. Přidané vrstvy zlepší součinitel tepelné vodivosti na $U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Tab. 42 Opatření č. 2 – součinitel přestupu tepla stropu nad suterénem P2

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Původní	Čistá podlaha	0,010	0,22	0,045	0,17	0,17
	Dřevěné prkna	0,020	0,14	0,143		
	Škvára	0,080	0,27	0,296		
	ŽB deska	0,200	1,58	0,127		
Přidáno	Lepicí a stěrkový tmel	0,003	0,22	0,014		
	Tepelná izolace EPS 100	0,100	0,037	2,703		
	Jemná štuková omítka	0,005	0,80	0,006		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,27	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,03	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,30	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,60	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,40	

Plocha stropu určená k zateplení je rovna 164,30 m². Snížením součinitele přestupu tepla docílíme splnění požadované i doporučené hodnoty dle normy. Dále dosáhneme uspoření 17,24 MWh/rok energie potřebné na vytápění objektu a ušetření nákladů ve výši 34,171 tis. Kč/rok. To vše však vyžaduje investici 147,870 tis. Kč.

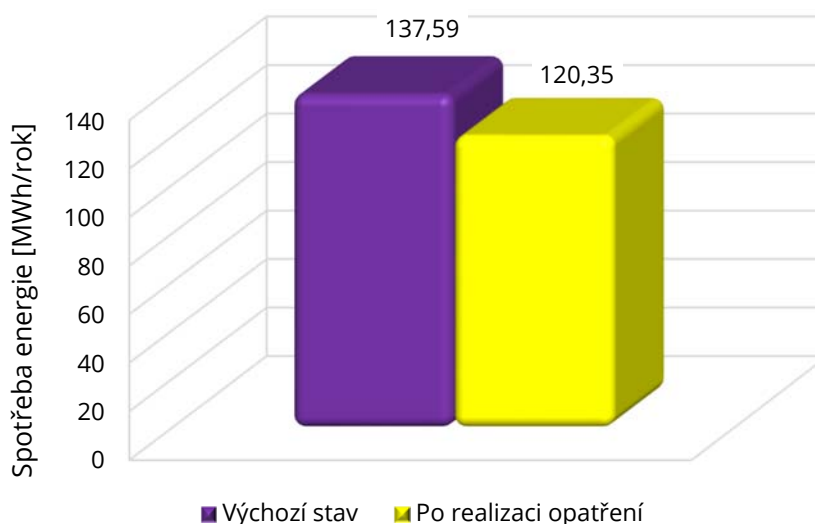
Tab. 43 Opatření č. 2 - náklady

Orientační cena:	900	Kč/m²
Plocha:	164,30	m²
Náklady:	147 870	Kč

Tab. 44 Opatření č. 2

Číslo opatření: 2	Výchozí stav		Po realizaci opatření			
Název opatření: zateplení stropu nad suterénem	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	92,78	183,928	17,24	34,171
Příprava TV	25,37	61,761	25,37	61,761	-	-
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-
Celkem	137,59	288,699	120,35	254,528	17,24	34,171
Investice [tis. Kč]	-		147,870			

Porovnání spotřeb energie



Graf 7 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 2

C.5.3 Opatření č. 3

Název opatření: zateplení střechy

Ani střecha není výjimkou, a tak jako u obvodových stěn a stropu suterénu i u této konstrukce současný součinitel prostupu tepla $U = 1,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ několikanásobně převyšuje požadovanou a doporučenou hodnotu dle normy (ČSN 73 0540-2: 2011). Třetí úsporné opatření je navrženo ze stejného důvodu jako předchozí dvě, a to proto, aby se snížily úniky tepelné energie konstrukcí střechy do exteriéru. Následkem bude uspoření energie a finančních prostředků na vytápění bytového domu.

Plochá střecha bude zateplena dvěma vrstvami tepelné izolace EPS 100 o tloušťkách 120 mm a 100 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Pomocí spádových klínů se střecha vyspádává pro odvod dešťové vody. Zateplení střechy dostane součinitel prostupu tepla na hodnotu $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tab. 45 Opatření č. 3 – součinitel prostupu tepla střechy S1

Vrstvy konstrukce		d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²K)/W]	R_{si} [(m²K)/W]	R_{se} [(m²K)/W]
Původní	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015	0,10	0,04
	ŽB deska	0,200	1,43	0,140		
	Škvára	0,160	0,27	0,593		
	Škvárobeton	0,060	0,52	0,115		
	Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Přid.	Tepelná izolace EPS 100	0,220	0,037	5,946	0,14	0,01
	Hydroizolace	0,004	0,20	0,020		
Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]					0,14	Vyhovuje
Celkové zvýšení U vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi ΔU_{tb}					0,01	
Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [W/(m²K)]					0,16	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m²K)]					0,24	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ [W/(m²K)]					0,16	

Po zateplení střechy bude součinitel prostupu tepla roven doporučené hodnotě. Ročně toto opatření sníží spotřebu energie na vytápění o 18,84 MWh/rok a náklady o 37,352 tis. Kč/rok. Plochá střecha o rozloze 178,50 m² si pro realizaci opatření vyžádá investici 267 750 Kč.

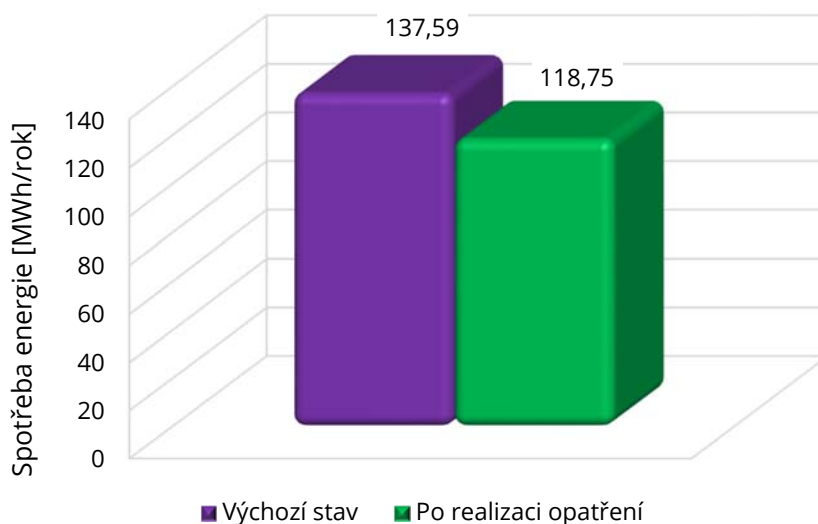
Tab. 46 Opatření č. 3 - náklady

Orientační cena:	1 500	Kč/m²
Plocha:	178,50	m²
Náklady:	267 750	Kč

Tab. 47 Opatření č. 3

Číslo opatření: 3	Výchozí stav		Po realizaci opatření			
Název opatření: zateplení střechy	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	91,17	180,746	18,84	37,352
Příprava TV	25,37	61,761	25,37	61,761	-	-
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-
Celkem	137,59	288,699	118,75	251,347	18,84	37,352
Investice [tis. Kč]	-		267,750			

Porovnání spotřeb energie



Graf 8 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 3

C.5.4 Opatření č. 4

Název opatření: výměna výplní otvorů

Přestože už byly původní výplně otvorů před několika lety vyměněny za plastová okna s $U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a dveře s $U_d = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (všechny otvory s izolačním dvojsklem) splňující nynější požadované hodnoty $U_{N,20}$, tak je navržena jejich výměna za výplně na úrovni současného standartu. Pouze v suterénu jsou osazeny zřejmě původní dřevěná okna s $U_w = 2,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Použijí se plastová okna s izolačním trojsklem s $U_w = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ a plastové dveře také s izolačním trojsklem s hodnotou $U_d = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. V suterénu budou osazena nová dřevěná okna s dvojsklem s $U_w = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, což je dostačující vzhledem ke skutečnosti nevytápěného suterénu.

Tab. 48 Opatření č. 4 – součinitelé přestupu tepla výplní otvorů

Výplně otvorů	$U_{w/d}$ [W/(m²K)]	$U_{N,20}$ [W/(m²K)]	$U_{rec,20}$ [W/(m²K)]
Plastové okno s izolačním trojsklem	0,70	1,50	1,20
		Vyhovuje	Vyhovuje
Plastové dveře s izolačním trojsklem	1,00	1,70	1,20
		Vyhovuje	Vyhovuje
Dřevěné okno s izolačním dvojsklem (suterén)	1,10	3,50	2,30
		Vyhovuje	Vyhovuje

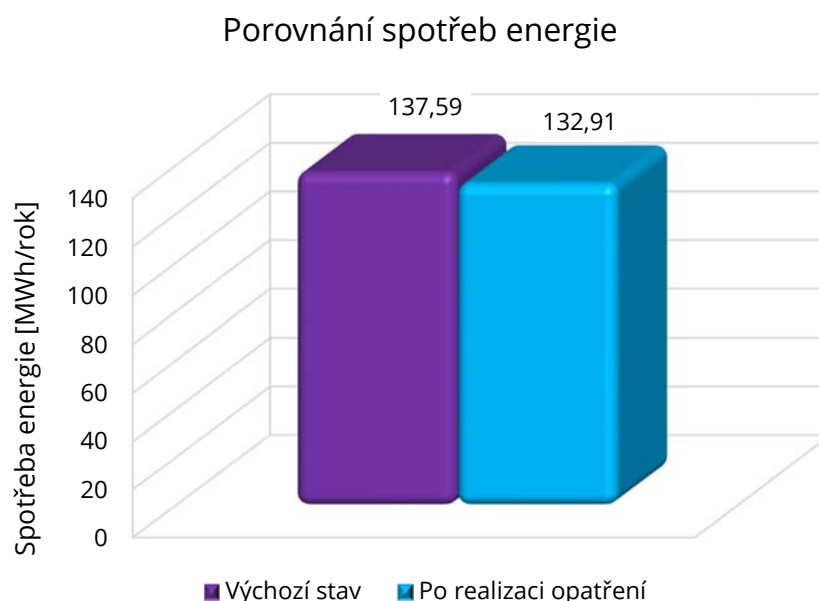
Výměnou výplní otvorů se uspoří pouze malá část energie a nákladů, konkrétně 4,68 MWh/rok a 9,277 tis. Kč/rok na vytápění budovy. Při investici 585 120 Kč na realizaci opatření vychází prostá návratnost na více než šest desítek let, což není zrovna výhodné pro investora. Ovšem při kombinaci s jinými opatřeními zvýší nové výplně standard objektu.

Tab. 49 Opatření č. 4 – náklady

Orientační cena:	6 000	Kč/m²
Plocha:	97,52	m²
Náklady:	585 120	Kč

Tab. 50 Opatření č. 4

Číslo opatření: 4	Výchozí stav		Po realizaci opatření			
Název opatření: výměna výplní otvorů	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	105,33	208,822	4,68	9,277
Příprava TV	25,37	61,761	25,37	61,761	-	-
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-
Celkem	137,59	288,699	132,91	279,422	4,68	9,277
Investice [tis. Kč]	-		585,120			



Graf 9 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 4

C.5.5 Opatření č. 5

Název opatření: solární kolektory pro přípravu TV

Pro uspořené energie na ohřev teplé vody byla navržena solární tepelná soustava. Na plochu střechu se umístí 12 plochých solárních kolektorů typu KPS11 [17] se vztažnou plochou jednoho kolektoru 2,52 m². Celková plocha kolektorového pole je tedy 30,2 m². Soustavu doplňuje akumulční zásobník s objemem 1500 l umístěný v suterénu. Pro maximalizování solárních zisků budou mít kolektory sklon 30° a orientaci na jih. Při návrhu bylo uvažováno se snížením potřeby TV v létě o 20 %, jelikož se jedná o bytový dům. Solární soustava dokáže pokrýt přibližně 50 % spotřeby TV. Návrh byl proveden pomocí výpočtového nástroje Zjednodušená měsíční metoda pro bilancování solárních tepelných soustav (autoři: T. Matuška, B. Šourek, verze 2015/03) [16]. Podrobný protokol je uveden v příloze P3.

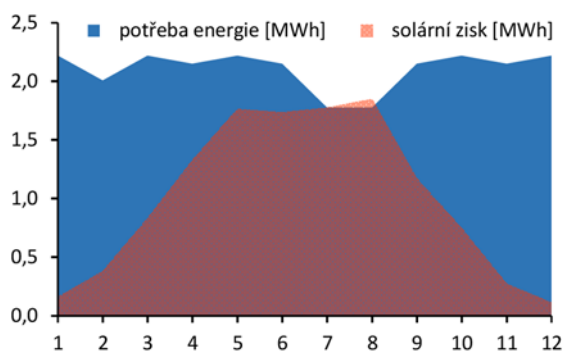
Energetický zisk solární soustavy 12,02 MWh/rok sníží náklady na přípravu TV o 29,265 tis. Kč/rok. Pořízení jednoho kolektoru vyjde na 9 990 Kč, celá soustava bude stát přibližně 249 880 Kč.

Tab. 51 Opatření č. 5 - náklady

Kolektory - 12 ks	119 880	Kč
Zásobník 1 500 l	55 000	Kč
Materiál a práce	75 000	Kč
Náklady:	249 880	Kč

Souhrnné výsledky

Energetický zisk soustavy	12,02 MWh/rok
Měrný solární zisk	437 kWh/m ² .rok
Solární pokrytí	47,6 %

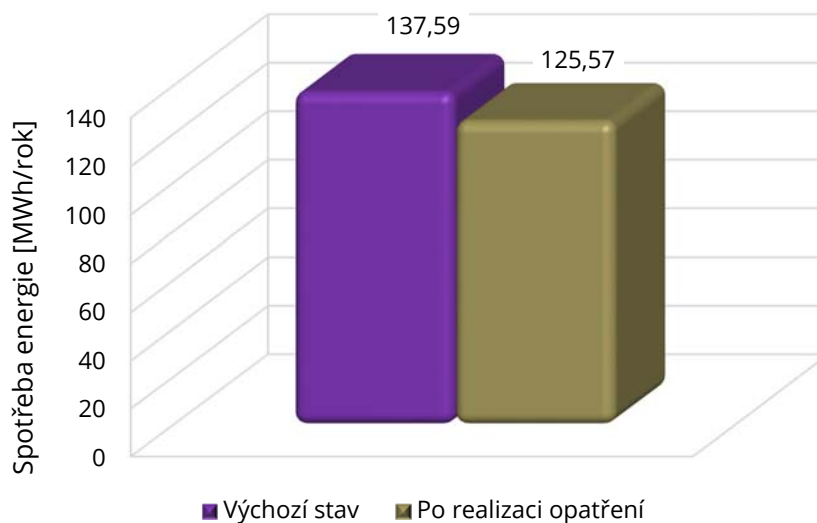


Graf 10 Opatření č. 5 – solární soustava [16]

Tab. 52 Opatření č. 5

Číslo opatření: 5	Výchozí stav		Po realizaci opatření			
Název opatření: solární kolektory pro přípravu TV	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	110,01	218,098	-	-
Příprava TV	25,37	61,761	13,35	32,495	12,02	29,265
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-
Celkem	137,59	288,699	125,57	259,434	12,02	29,265
Investice [tis. Kč]	-		249,880			

Porovnání spotřeb energie



Graf 11 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 5

C.5.6 Opatření č. 6

Název opatření: fotovoltaický systém

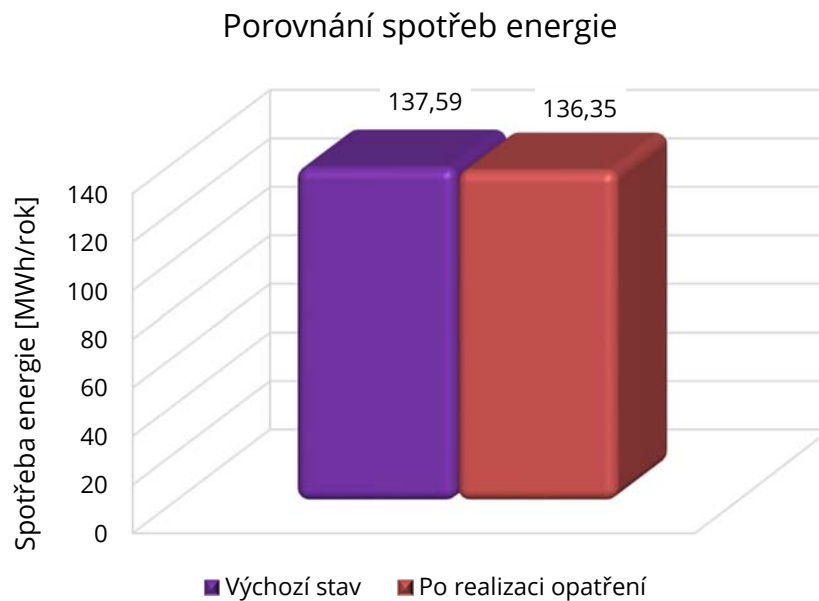
Na plochou střechu bude nainstalováno 10 ks fotovoltaických panelů pod sklonem 30° s orientací k jihu. Jedná se o monokrystalické křemíkové články s výkonem 250 Wp/panel, výkon celé soustavy je 2,5 kWp. Celková účinná plocha panelů je 17,2 m². Ve společných prostorách se vymění klasické žárovky za LED světelné zdroje a změní se způsob ovládání umělého osvětlení na systém s automatickým doběhem (automatické zapnutí i vypnutí).

Systém dohromady vyrobí 1,895 MWh/rok energie, z čehož 0,653 MWh/rok je přebytek a bude dodán do sítě za poplatek 2,50 Kč/kWh. Zbylá část 1,242 MWh/rok ušetří 4,968 tis. Kč/rok nákladů na elektrickou energii. Přebytek investorovy vydělá 1,633 tis. Kč/rok. Navržený fotovoltaický systém ušetří a vydělá dohromady 6,601 tis. Kč/rok a dokáže pokrýt 56 % spotřeby energie na osvětlení. Náklady byly stanoveny ve výšce 97 500 Kč pomocí kalkulačky na stránkách www.ceska-solarni.cz.

Tab. 53 Opatření č. 6

Číslo opatření: 6	Výchozí stav		Po realizaci opatření			
Název opatření: fotovoltaický systém	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	110,01	218,098	-	-
Příprava TV	25,37	61,761	25,37	61,761	-	-
Osvětlení	2,21	8,840	0,97	3,872	1,24	6,601 ¹
Celkem	137,59	288,699	136,35	283,731	1,24	6,601
Investice [tis. Kč]	-		97,500			

¹ V úsporách nákladů za osvětlení je započítaná cena za úsporu energie 1,24 MWh/rok a přebytek energie 0,653 MWh/rok vyrobený fotovoltaickými panely dodaný do sítě za poplatek 2,50 Kč/kWh.



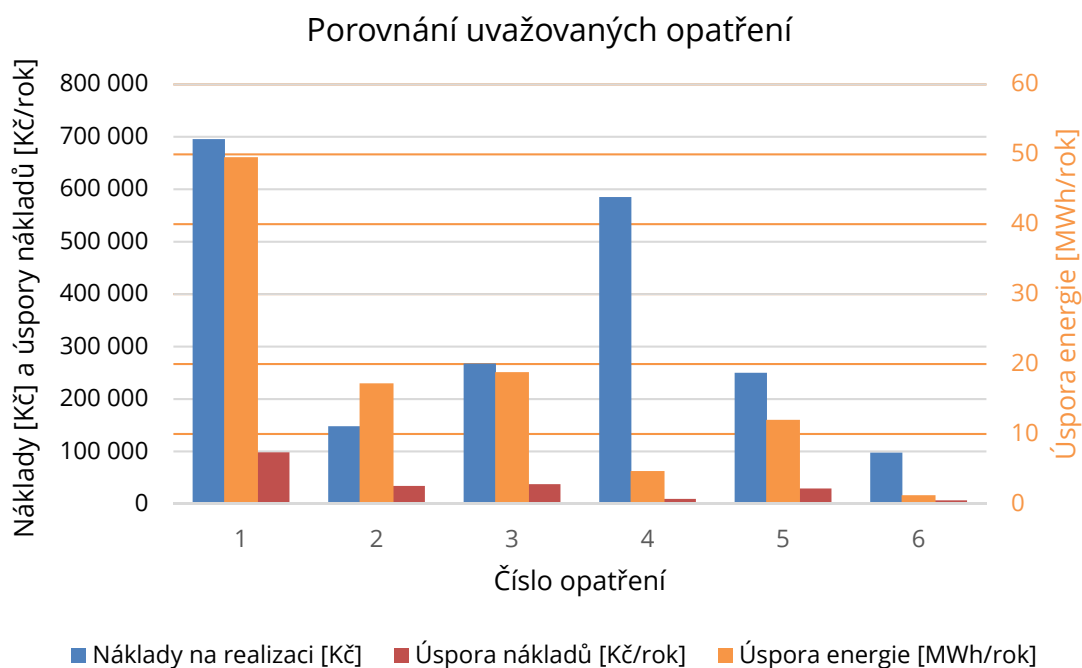
Graf 12 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 6

C.5.7 Porovnání uvažovaných opatření

V následující tabulce je přehled uvažovaných opatření k porovnání z hledisek: náklady na realizaci, úspora energie, úspora nákladů a prostá návratnost. Kombinací jednotlivých opatření budou následně navrženy dvě různé varianty, obvykle jedna nízko nákladová a druhá vysoko nákladová.

Tab. 54 Porovnání uvažovaných opatření

Číslo opatření	Náklady na realizaci [Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]	Prostá návratnost [let]
1	695 688	49,58	98 284	7,1
2	147 870	17,24	34 171	4,3
3	267 750	18,84	37 352	7,2
4	585 120	4,68	9 277	63,1
5	249 880	12,02	29 265	8,5
6	97 500	1,24	6 601	14,8



Graf 13 Porovnání uvažovaných opatření

C.6 VARIANTY Z NÁVRHU JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ

C.6.1 Varianta I

Popis varianty: nízko nákladová

První varianta sestává z kombinace úsporných opatření čísel 1, 2, 3 a 5. Všechna mají relativně krátkou dobu prosté návratnosti, a to pod deset let.

Jejich seznam:

- Opatření č. 1 – zateplení obvodových stěn
- Opatření č. 2 – zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 3 – zateplení střechy
- Opatření č. 5 – solární kolektory pro přípravu TV

Tab. 55 Sestavení Varianty I

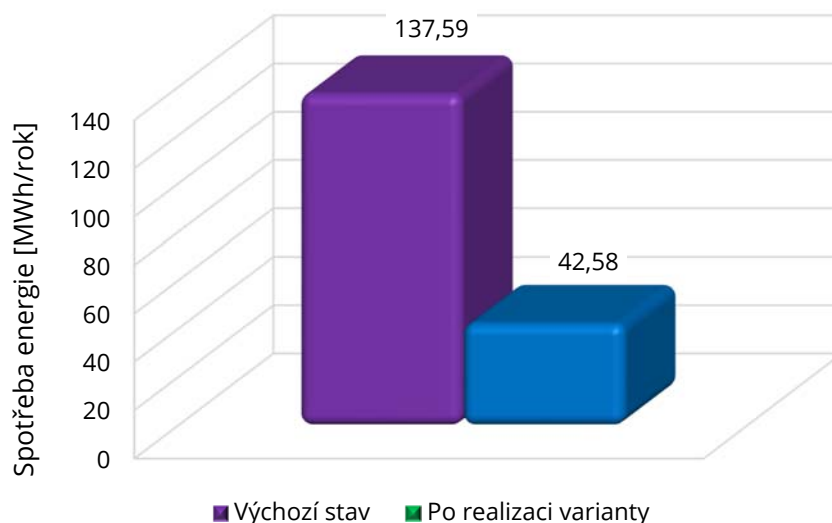
Číslo opatření	Náklady na realizaci [Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]	Prostá návratnost [let]
1	695 688	49,58	98 284	7,1
2	147 870	17,24	34 171	4,3
3	267 750	18,84	37 352	7,2
5	249 880	12,02	29 265	8,5

Kombinací zmíněných opatření se dokáže celkem uspořit 95,01 MWh/rok a tomu odpovídajících 193 791 Kč/rok s prostou dobou návratnosti 7 let. Ovšem je potřeba investovat finanční prostředky v celkové výši 1 361 188 Kč.

Tab. 56 Varianta I

Varianta I	Výchozí stav		Po realizaci varianty			
Popis: nízko nákladová varianta	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	27,02	53,572	82,99	164,526
Příprava TV	25,37	61,761	13,35	32,495	12,02	29,265
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-
Celkem	137,59	288,699	42,58	94,908	95,01	193,791
Investice [tis. Kč]	-		1 361,188			

Porovnání spotřeb energie



Graf 14 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a Varianty I

C.6.2 Varianta II

Popis varianty: vysoko nákladová

V druhé variantě jsou obsaženy všechny navržená úsporná opatření. Uvažuje se i s opatřením č. 4, přestože má velmi dlouhou dobu návratnosti, neboť zvedne úroveň standardu bytového domu.

Jejich seznam:

- Opatření č. 1 – zateplení obvodových stěn
- Opatření č. 2 – zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 3 – zateplení střechy
- Opatření č. 4 – výměna výplní otvorů
- Opatření č. 5 – solární kolektory pro přípravu TV
- Opatření č. 6 – fotovoltaický systém

Tab. 57 Sestavení Varianty II

Číslo opatření	Náklady na realizaci [Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]	Prostá návratnost [let]
1	695 688	49,58	98 284	7,1
2	147 870	17,24	34 171	4,3
3	267 750	18,84	37 352	7,2
4	585 120	4,68	9 277	63,1
5	249 880	12,02	29 265	8,5
6	97 500	1,24	6 601	14,8

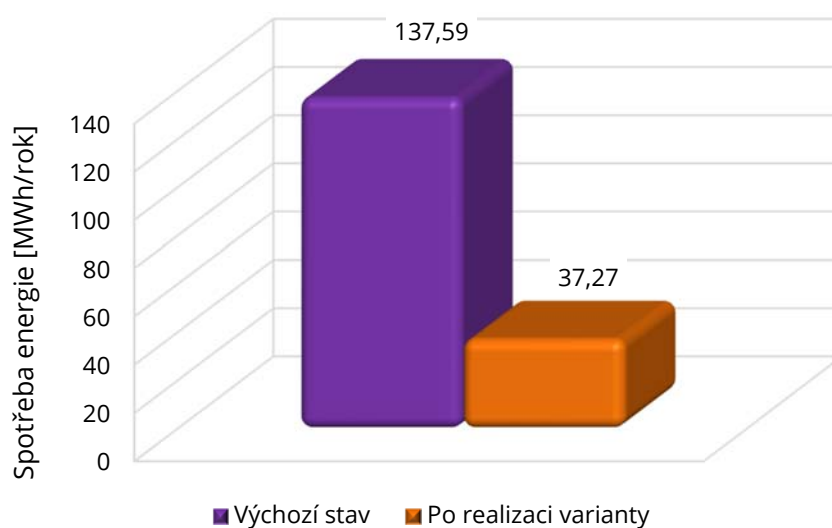
V opatření č. 5 je navrženo 12 solárních kolektorů a v opatření č. 6 je 10 fotovoltaických panelů. Jelikož mají být všechny umístěny na ploché střeše, bylo nutné ověřit, zda je pro ně dostatek místa. Na střeše objektu se nachází nezbytně nutný prostor pro všechny panely i s dodržáním minimálních vzdáleností mezi třemi řadami panelů, aby nedocházelo ke vzájemnému stínění slunečních paprsků mezi jednotlivými řadami.

Navržené opatření dohromady můžou snížit spotřebu energie o 100,32 MWh/rok a snížit náklady na energii o 208 453 Kč/rok. Varianta II si vyžádá náklady 2 043 808 Kč na realizaci a prostá doba návratnosti se pohybuje na úrovni 9,8 let.

Tab. 58 Varianta II

Varianta II	Výchozí stav		Po realizaci varianty			
Popis: vysoko nákladová varianta	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	22,96	45,512	87,06	172,587
Příprava TV	25,37	61,761	13,35	32,495	12,02	29,265
Osvětlení	2,21	8,840	0,97	3,872	1,24	6,601 ¹
Celkem	137,59	288,699	37,27	81,879	100,32	208,453
Investice [tis. Kč]	-		2 043,808			

Porovnání spotřeb energie



Graf 15 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a Varianty II

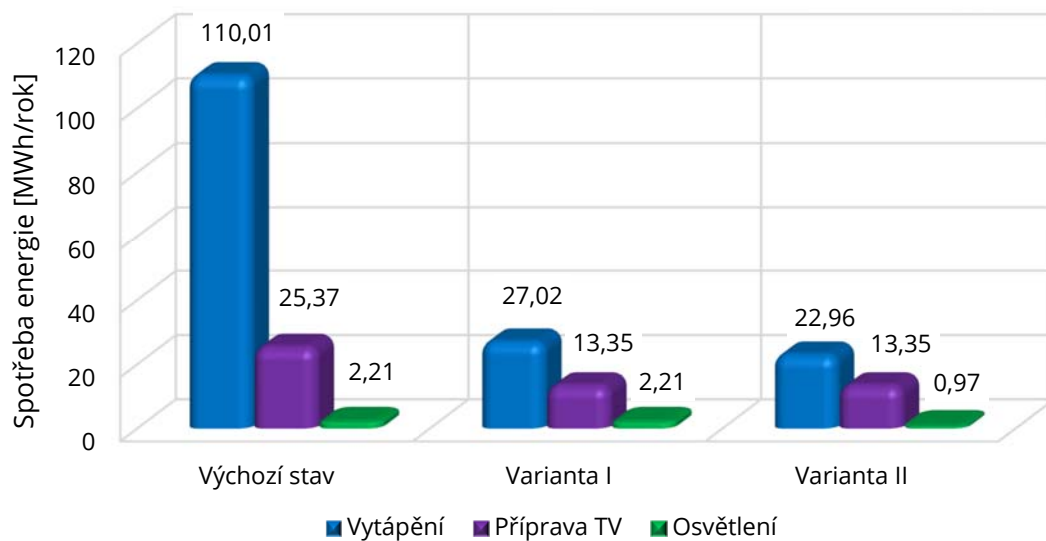
C.6.3 Porovnání uvažovaných variant

Pro snadnější porovnání jsou v následující tabulce jednotlivé varianty vloženy vedle sebe i s výchozím stavem. V tabulce lze jednoduše srovnat množství spotřeby energie, provozních nákladů a úspor energií a nákladů za vytápění, přípravu TV a osvětlení.

Tab. 59 Porovnání variant

Porovnání variant	Výchozí stav		Varianta I				Varianta II			
	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	27,02	53,572	82,99	164,526	22,96	45,512	87,06	172,587
Příprava TV	25,37	61,761	13,35	32,495	12,02	29,265	13,35	32,495	12,02	29,265
Osvětlení	2,21	8,840	2,21	8,840	-	-	0,97	3,872	1,24	6,601 ¹
Celkem	137,59	288,699	42,58	94,908	95,01	193,791	37,27	81,879	100,32	208,453
Investice [tis. Kč]	-		1 361,188				2 043,808			

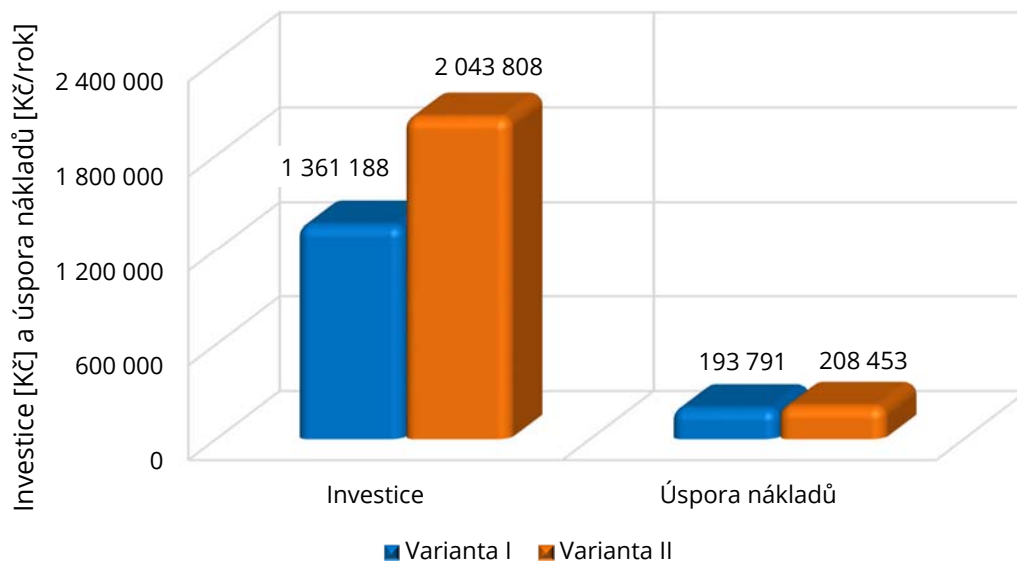
Porovnání variant s výchozím stavem



Graf 16 Porovnání spotřeb energií

V následujícím grafu je uvedeno porovnání nákladů na realizaci jednotlivých variant a roční úspora nákladů.

Porovnání investic a úspor nákladů



Graf 17 Porovnání variant z finančního hlediska

C.6.4 Ekonomické vyhodnocení

Pro ekonomické vyhodnocení byla použita příloha č. 5 k vyhlášce číslo 480/2012 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Uvedené investiční náklady na jednotlivé opatření vycházejí z cen v podkladech výrobců, dodavatelů a montážních firem dostupných na internetu. Podle platných předpisů se použila doba hodnocení 20 let. Diskont, tzv. alternativní náklad kapitálu, byl při výpočtu uvažován ve výši 2 % a roční růst cen energie o hodnotě tří procent.

Čistá současná hodnota (NPV) je hlavním rozhodovacím kritériem pro výběr optimální varianty:

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \times (1+r)^{-t} - IN \text{ [tis. Kč/r]} \quad (2)$$

kde

- T_z je doba životnosti (hodnocení) projektu (roky)
- CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu) (tis. Kč)
- r je diskont
- $(1+r)^{-t}$ je odúročitel
- IN jsou investiční výdaje projektu (tis. Kč)

Vnitřní výnosové procento (IRR) se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \times (1+IRR)^{-t} - IN = 0 \text{ [%]} \quad (3)$$

kde

- T_z je doba životnosti (hodnocení) projektu (roky)
- CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu) (tis. Kč)
- IRR je vnitřní výnosové procento
- IN jsou investiční výdaje projektu (tis. Kč)

Reálná doba návratnosti (T_{sd}) je doba splacení investice za předpokladu diskontní sazby se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \times (1+r)^{-t} - IN = 0 \text{ [roky]} \quad (4)$$

kde

- T_{sd} je reálná doba návratnosti (roky)
- CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu) (tis. Kč)
- r je diskont
- $(1+r)^{-t}$ je odúročitel
- IN jsou investiční výdaje projektu (tis. Kč)

Tab. 60 Výsledky ekonomického vyhodnocení

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Varianta I	Varianta II
Přínosy projektu celkem	Kč		194 067	207 124
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč			1 633
Investiční výdaje projektu celkem	Kč		1 361 188	2 043 808
z toho:				
náklady na přípravu projektu	Kč			
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč			
náklady na přípojky	Kč			
Provozní náklady celkem	Kč/rok	290 687	96 620	83 563
z toho:				
náklady na energii	Kč/rok	288 699	94 908	81 879
náklady na opravu a údržbu	Kč/rok			
osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč/rok			
ostatní provozní náklady	Kč/rok	1 988	1 712	1 684
náklady na emise a odpady	Kč/rok			
Doba hodnocení	roky		20	20
Diskont	%		2,0	2,0
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč		2 820,201	2 418,908
T_{sd} - reálná doba návratnosti	roky		7	10
IRR - vnitřní výnosové procento	%		16	11

Obě varianty splní kritérium ziskovosti - čistá současná hodnota NPV > 0. O něco více je ziskovější první varianta. Taktéž roční výnos investice odpovídající vnitřnímu výnosovému procentu IRR je výhodnější.

C.6.5 Ekologické vyhodnocení

Ekologické vyhodnocení proběhlo v souladu s přílohou č. 6 k vyhlášce číslo 480/2012 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Objekt nemá vlastní zdroj energie, emise se tvoří při výrobě tepelné energie pomocí zemního plynu v teplárně a elektrické energie v elektrárně. Pro stanovení množství znečišťujících látek byly použity následující emisní faktory.

Tab. 61 Emisní faktory

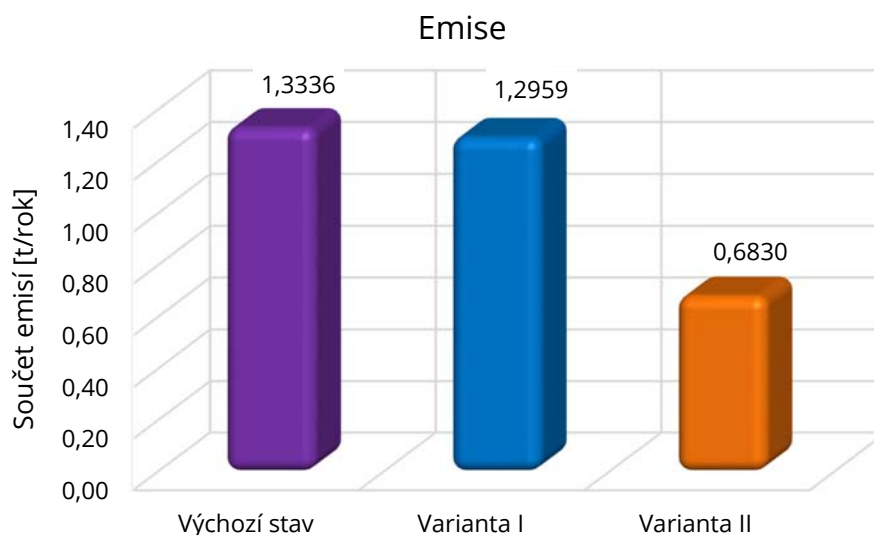
Znečišťující látka	TZL	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO _x	NH ₃	VOC	CO ₂
Emisní faktor – elektřina [g/kWh]	0,0638	0,0313	0,0221	0,8412	0,5676	0,0000	0,0025	489
Emisní faktor – zemní plyn [g/kWh]	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0194	0,0000	0,0028	0,0153

Následuje porovnání množství znečišťujících látek pro výchozí stav před realizací některého z opatření, po realizaci Varianty I a Varianty II. Seznam posuzovaných látek: tuhé znečišťující látky TZL, pevné částice PM, oxid siřičitý SO₂, oxidy dusíku NO_x, amoniak NH₃, těkavé organické látky VOC a oxid uhličitý CO₂.

Tab. 62 Množství znečišťujících látek

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,000188	0,000173	0,000015	0,000093	0,000095
PM ₁₀	0,000100	0,000087	0,000012	0,000048	0,000052
PM _{2,5}	0,000075	0,000063	0,000012	0,000035	0,000040
SO ₂	0,002292	0,002224	0,000068	0,001173	0,001119
NO _x	0,004457	0,002449	0,002007	0,001655	0,002801
NH ₃	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
VOC	0,000428	0,000144	0,000284	0,000129	0,000300
CO ₂	1,326026	1,290733	0,035293	0,679905	0,646121

Navržené varianty nezpůsobují zvyšování žádného z posuzovaných parametrů, naopak se podařilo množství všech znečišťujících látek snížit. Realizací některé z variant bude provoz budovy šetrnější k životnímu prostředí.



Graf 18 Porovnání množství znečišťujících látek

C.6.6 Stanovení okrajových podmínek

Vnější podmínky určuje umístění budovy v konkrétní lokalitě a klimatické podmínky. Město Kyjov patří do teplotní oblasti 2, která zahrnuje mimo jiné okolí Brna. Tomu odpovídá návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období - 15 °C dle ČSN 73 0540-3. Lokalita se nachází 192 m n.m. Průměrná roční teplota v exteriéru byla uvažována ve výši 8,4 °C. Objekt je nepřerušovaně vytápěn bez útlumu během otopné sezóny. Objekt byl kvůli výpočtu rozdělen na 2 zóny, převažující vnitřní teplota první zóny je 20 °C a druhé zóny 16 °C. Bytový dům obývá dohromady 18 osob rozdělených v 9 bytech. Budova je využívána nepřetržitě každý den po celý rok. Výplně otvorů jsou situovány ze severovýchodní a jihozápadní strany. Na uvedené světové strany má budova obvodové stěny dlouhé 17,6 m, zbylé dvě strany domu mají 11,1 m. Pro velikost infiltrace byla zvolena třída stínění budovy – mírné stínění.

C.6.7 Celková energetická bilance navržených variant

Zde se nachází zpracovaná tabulka celkové energetické bilance navržených variant dle Přílohy č. 4 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.

Tab. 63 Upravená roční energetická bilance pro navržené varianty

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci varianty I			Po realizaci varianty II		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)
1.	Vstupy paliv a energie	551,60	153,22	290,687	186,13	51,70	96,620	168,20	46,72	85,195
2.	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	Spotřeba paliv a energie	551,60	153,22	290,687	186,13	51,70	96,620	168,20	46,72	85,195
4.	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0	2,35	0,65	-1,633
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	551,60	153,22	290,687	186,13	51,70	96,620	165,85	46,07	83,563
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	54,49	15,14	0	31,30	8,69	0	30,16	8,38	0
7.	Spotřeba energie na vytápění	396,05	110,01	218,098	97,28	27,02	53,572	82,65	22,96	45,512
8.	Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	91,32	25,37	61,761	48,05	13,35	32,495	48,05	13,35	32,495
10.	Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	Spotřeba energie na osvětlení	7,96	2,21	8,840	7,96	2,21	8,840	3,48	0,97	3,872
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1,79	0,50	1,988	1,54	0,43	1,712	1,52	0,42	1,684

C.7 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Výběr optimální varianty byl proveden na základě vyhodnocení ekonomického a ekologického hlediska.

Z ekonomického hlediska jsou obě varianty ziskové. Čisté současné hodnoty jsou kladné a pohybují se mezi 2,4 a 2,8 milionů korun. Relativní doba návratnosti je u první varianty 7 let a u druhé 10 let. Varianta I disponuje 16% vnitřním výnosovým procentem, oproti tomu má druhá 11 %. Investice pro Variantu I se pohybuje na úrovni 1,361 tis. Kč. Varianta II má náklady na realizaci 2,043 tis. Kč.

Ekonomické vyhodnocení vychází lépe pro Variantu I. Disponuje vyšší NPV, IRR a naopak nižší reálnou dobou návratností a nutnou investicí. Z tohoto úhlu pohledu je Varianta II o něco málo méně výhodná, ovšem dosáhlo by se vyšších úspor spotřebované energie.

Z ekologického hlediska jsou obě varianty šetrnější k životnímu prostředí než výchozí stav, jelikož nedochází ke zvyšování množství znečišťujících látek. V první variantě je množství emisí pouze o několik desítek kilogramů za rok nižší než u původního objektu, neboť navržená opatření sníží pouze spotřebu tepelné energie vyráběné pomocí zemního plynu. U druhé varianty dochází k výraznému snížení emisí téměř na polovinu původní hodnoty. Především je to zásluha fotovoltaického systému, který sníží množství spotřebované elektrické energie dodané ze sítě. Vzhledem k životnímu prostředí vychází jednoznačně výhodněji Varianta II.

C.8 DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

Na základě ekonomického a ekologického vyhodnocení energetický specialista doporučuje pro společenství vlastníků bytového objektu realizaci Varianty II. Z ekologického hlediska výrazně převyšuje Variantu I. Z ekonomického hlediska nevýrazně zaostává. Celkově je Varianta II komplexnější, má větší technický přínos a užitek pro dalších roky užívání budovy.

C.8.1 Shrnutí doporučené varianty

Varianta zahrnuje všechna navržená úsporná opatření.

Jedná se o:

- Opatření č. 1 – zateplení obvodových stěn
- Opatření č. 2 – zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 3 – zateplení střechy
- Opatření č. 4 – výměna výplní otvorů
- Opatření č. 5 – solární kolektory pro přípravu TV
- Opatření č. 6 – fotovoltaický systém

První čtyři opatření mají za úkol zamezit úniku tepelné energie vnější obálkou budovy. Doba výstavby objektu byla během roku 1951, kvůli tomu je zateplení vnějších konstrukcí nezbytně nutné. Poslední dvě opatření budou využívat obnovitelný zdroj energie pro snížení množství nakupované tepelné a elektrické energie. Byl ověřen dostatek místa na ploché střeše pro umístění všech panelů těchto dvou opatření s dodrženími dostatečnými vzdálenostmi mezi jednotlivými řadami, jak už bylo uvedeno při návrhu této varianty.

Tab. 64 Doporučená varianta

Varianta II	Výchozí stav		Po realizaci varianty			
Popis: vysoko nákladová varianta	Spotřeba energie	Provozní náklady	Spotřeba energie	Provozní náklady	Úspora energie	Úspora nákladů
	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
Vytápění	110,01	218,098	22,96	45,512	87,06	172,587
Příprava TV	25,37	61,761	13,35	32,495	12,02	29,265
Osvětlení	2,21	8,840	0,97	3,872	1,24	6,601 ¹
Celkem	137,59	288,699	37,27	81,879	100,32	208,453
Investice [tis. Kč]	-		2 043,808			

Realizací této varianty bude dosažena úspora energie ve výši 100,32 MWh/rok. Vyžádá si to ovšem investiční náklady o hodnotě 2 043 808 Kč. Odměnou pro investora budou uspořené náklady na provoz objektu ve výši 208 453 Kč.

Tab. 65 Ekonomické vyhodnocení doporučené varianty

Parametr	Jednotka	Varianta II
Přínosy projektu celkem	Kč	207 124
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	2 043 808
Provozní náklady celkem	Kč/rok	83 563
Doba hodnocení	roky	20
Diskont	%	2,0
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	2 418,908
T _{sd} - reálná doba návratnosti	roky	10
IRR - vnitřní výnosové procento	%	11

Doporučená varianta je výrazně šetrnější k životnímu prostředí než výchozí stav objektu z hlediska množství škodlivých látek, které se podaří snížit na 51 % původní hodnoty.

Tab. 66 Ekologické vyhodnocení doporučené varianty

Parametr	Výchozí stav	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,000188	0,000093	0,000095
PM ₁₀	0,000100	0,000048	0,000052
PM _{2,5}	0,000075	0,000035	0,000040
SO ₂	0,002292	0,001173	0,001119
NO _x	0,004457	0,001655	0,002801
NH ₃	0,000000	0,000000	0,000000
VOC	0,000428	0,000129	0,000300
CO ₂	1,326026	0,679905	0,646121
Celkem	1,333565	0,683037	0,650528

Tab. 67 Upravená roční energetická bilance

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)
1.	Vstupy paliv a energie	551,60	153,22	290,687	168,20	46,72	85,195
2.	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3.	Spotřeba paliv a energie	551,60	153,22	290,687	168,20	46,72	85,195
4.	Prodej energie cizím	0	0	0	2,35	0,65	-1,633
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	551,60	153,22	290,687	165,85	46,07	83,563
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	54,49	15,14	0	30,16	8,38	0
7.	Spotřeba energie na vytápění	396,05	110,01	218,098	82,65	22,96	45,512
8.	Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
9.	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	91,32	25,37	61,761	48,05	13,35	32,495
10.	Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
12.	Spotřeba energie na osvětlení	7,96	2,21	8,840	3,48	0,97	3,872
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1,79	0,50	1,988	1,52	0,42	1,684

C.9 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Evidenční list energetického auditu

podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo

1 / 2018

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA

Společenství vlastníků pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov

2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování

a) ulice

Mezi Mlaty

b) č.p./č.o.

1108/07

c) část obce

d) obec

Kyjov

e) PSČ

697 01

f) e-mail

g) telefon

3. Identifikační číslo

28359704

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

Jan Novák

b) kontakt

731248463

5. Předmět energetického auditu

a) název

Bytový dům

b) adresa

Mezi mlaty 1108/7, 697 01, Kyjov

c) popis předmětu EA

Budova má obdélníkový půdorys o vnějších rozměrech 17,6 m a 11,1 m. Dosahuje výšky 11,1 m nad upravený terén. Světlá výška místnosti ve všech podlažích se pohybuje okolo 2,68 m. Nosné stěny v suterénu jsou vyzděny z CPP tloušťky 350 mm, omítnuty vápenocementovou omítkou a pod úroveň terénu opatřeny hydroizolací. Podlaha podzemního podlaží je tvořena betonovými mazaninami, škvárou a hydroizolací. Na CPP navazují v nadzemních podlažích příčně děrované cihelné kvádry CDK tloušťky 300 mm, také opatřeny vápenocementovou omítkou. Nosnou část stropní konstrukce tvoří ŽB deska tlustá 200 mm doplněná nenosnými vrstvami. Vnitřní nenosné konstrukce tvoří zdivo z CPP o tloušťkách 60 mm a 100 mm.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností

Jedná se o stavbu s převažující funkcí pro bydlení.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla

počet ks

instalovaný výkon MW

roční výroba MWh

roční spotřeba paliva MWh/r

b) zdroje elektřiny

počet ks

instalovaný výkon MW

roční výroba MWh

roční spotřeba paliva MWh/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet ks

instal. výkon elektrický MW

instal. výkon tepelný MW

roční výroba elektřiny MWh

roční výroba tepla MWh

roční spotřeba paliva MWh/r

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE

druh DEZ

fosilní zdroje

3. Spotřeba energie

<u>Druh spotřeby</u>	Příkon	Spotřeba energie	Energonositel
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	<input type="text"/> MW	15,14 MWh/r	ZP a elektřina
Vytápění	<input type="text"/> MW	110,01 MWh/r	ZP (CZT)
Chlazení	<input type="text"/> MW	<input type="text"/> MWh/r	<input type="text"/>

Příprava TV		MW	25,37	MWh/r	ZP (CZT)
Větrání		MW		MWh/r	
Úprava vlhkosti		MW		MWh/r	
Osvětlení		MW	2,21	MWh/r	elektřina
Technologie		MW	0,50	MWh/r	ZP (CZT)
Celkem		MW	153,22	MWh/r	ZP a elektřina

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

- Opatření č. 1 – zateplení obvodových stěn
- Opatření č. 2 – zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 3 – zateplení střechy
- Opatření č. 4 – výměna výplní otvorů
- Opatření č. 5 – solární kolektory pro přípravu TV
- Opatření č. 6 – fotovoltaický systém

První čtyři opatření mají za úkol zamezit úniku tepelné energie vnější obálkou budovy. Doba výstavby objektu byla během roku 1951, kvůli tomu je zateplení vnějších konstrukcí nezbytně nutné. Poslední dvě opatření budou využívat obnovitelný zdroj energie pro snížení množství nakupované tepelné a elektrické energie.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory
Energie	153,22	MWh/r	46,07	MWh/r	107,15 MWh/r
Náklady	290,687	tis. Kč/r	83,563	tis. Kč/r	207,124 tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech					
	15,14	MWh/r	8,38	MWh/r	6,76 MWh/r
Vytápění	110,01	MWh/r	22,96	MWh/r	87,06 MWh/r

Chlazení		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Příprava TV	25,37	MWh/r	13,35	MWh/r	12,02	MWh/r
Větrání		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Úprava vlhkosti		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Osvětlení	2,21	MWh/r	0,97	MWh/r	1,24	MWh/r
Technologie	0,50	MWh/r	0,42	MWh/r	0,08	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	2,71	MWh	1,39	MWh	1,32	MWh
SZTE		MWh		MWh		MWh
ZP	150,52	MWh	44,68	MWh	105,84	MWh
TO		MWh		MWh		MWh
Uhlí		MWh		MWh		MWh
OZE		MWh		MWh		MWh
DZE		MWh		MWh		MWh
PHM		MWh		MWh		MWh
Ostatní		MWh		MWh		MWh

4. Podíl z celkových investičních nákladů (%)

	Náklady při výrobě energie		Náklady při distribuci energie
OZE		Rozvody tepla	
KVET		Ostatní	
Ostatní			

Náklady při spotřebě energie

Budovy - úprava obálky	1 696 428	Technologie	
Budovy - technické systémy	347 380	Ostatní	

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	2,0	%
NPV	2 418,908	tis. Kč	investiční náklady	2 043,808	tis. Kč
reálná doba návratnosti	10	roků	cash flow	207,124	tis. Kč/r
IRR	11	%			
Rok realizace	2018				

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,000188	0,000173	0,00001	0,000093	0,000095
PM ₁₀	0,000100	0,000087	0,00001	0,000048	0,000052
PM _{2,5}	0,000075	0,000063	0,00001	0,000035	0,000040
SO ₂	0,002292	0,002224	0,00007	0,001173	0,001119
NO _x	0,004457	0,002449	0,00201	0,001655	0,002801
NH ₃	0,000000	0,000000	0,00000	0,000000	0,000000
VOC	0,000428	0,000144	0,00028	0,000129	0,000300
CO ₂	1,326026	1,290733	0,03529	0,679905	0,646121

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
Filip Jankes	Bc.
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	3. Datum vydání oprávnění
4. Podpis	5. Datum
	12.1.2018

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vypracovat energetický audit pro bytový dům. Hlavním úkolem energetického auditu je snížení spotřeby energií realizací úsporných opatření.

V teoretické části je řešeno téma fotovoltaiky. Popsána je historie, princip fungování fotovoltaických článků, druhy a účinnosti fotovoltaických panelů. Následují rozdělení podle velikosti instalace a připojení k distribuční síti, téma je zakončeno možnostmi recyklace fotovoltaických panelů po konci jejich životnosti.

Výpočtová část se zabývá analýzou spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro výchozí stav a nový stav. Z analýzy výchozího stavu vyplynuly možnosti úspor energií, které jsou v novém stavu realizovány.

V části C je zpracován energetický audit podle příslušné vyhlášky. Po definování výchozího stavu je navrženo šest úsporných opatření, z nichž jsou sestaveny dvě varianty. Varianty jsou porovnány a jedna z nich je doporučena k realizaci.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Zákony, vyhlášky, normy a směrnice

- Vyhláška č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku, se změnami: 309/2016 Sb.
- Zákon č. 318/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů
- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
- ČSN EN ISO 50001 Systémy managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem k použití
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Literární zdroje, elektronické zdroje a akademické práce

- [1] TZB-info [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>
- [2] EkoWATT. *Energie slunce – výroba elektřiny* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-slunce---vyroba-elektriny>
- [3] Czech Nature Energy a. s. *Fotovoltaiické systémy pro výrobu elektřiny* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/fotovoltaiicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [4] Isofen Energy. *Fotovoltaiika* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/Default.aspx>
- [5] oEnergetice.cz. *Fotovoltaiické elektrárny* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/fotovoltaiicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>
- [6] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [7] Econet 2012 s.r.o. *Solární výroba elektřiny* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: http://www.econet2012.cz/PhotoVoltaicSystems_Home.htm
- [8] Dřevo&Stavby. *Základy o fotovoltaiice 2* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/technicka-zarizeni/2016-zaklady-o-fotovoltaiice-2>
- [9] POČINKOVÁ, Marcela. *Obnovitelné a alternativní zdroje energie* (přednáška). FAST VUT v Brně, 3. 1. 2018
- [10] Czech RE Agency. *Fotovoltaiika* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaiika>

- [11] Solární Panely.CZ, s.r.o. *Hybridní fotovoltaické elektrárny* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://solarni-panely.cz/katalog-produktu/hybridni-fotovoltaicke-elektrarny>
- [12] BECHNÍK, Bronislav. 2011. *Recyklace fotovoltaických panelů na konci životnosti* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/7868-recyklace-fotovoltaickych-panelu-na-konci-zivotnosti>
- [13] Sun Pi s.r.o. *PV CYCLE – recyklace ve světě* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <https://www.obchodsolar.cz/obchodsolar/9-OBCHODNI-PODMINKY/14-Ostatni-%20informace>
- [14] Google. *Mapy* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [15] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. *ČSN EN ISO 50001 (01 1501) Systémy managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem k použití* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: www.unmz.cz
- [16] MATUŠKA, Tomáš. *Bilance SS* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/?page_id=158
- [17] Regulus. *Sluneční kolektor KPS11* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/slunecni-kolektor-kps11>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratky

- AYKY – kabely pro rozvod elektrické energie s hliníkovým jádrem
- CDK – příčně děrované cihelné kvádry
- CO₂ – oxid uhličitý
- CPP – cihla plná pálená
- CZT – centrální zásobování teplem
- ČR – Česká republika
- DC – stejnosměrný elektrický proud (direct current)
- DPH – daň z přidané hodnoty
- DZE – druhotné zdroje energie
- EA – energetický audit
- EPS F – expandovaný polystyren fasádní
- HFVE – hybridní fotovoltaická elektrárna
- IRR – vnitřní výnosové procento (internal rate of return)
- LED – svítivé diody (Light Emitting Diode)
- LTO – lehké topné oleje
- NH₃ – amoniak
- NO_x – oxidy dusíku
- NP – nadzemní podlaží

NPV – čistá současná hodnota (Net Present Value)
 OZE – obnovitelné zdroje energie
 PM – pevné částice
 PPR – polypropylen
 SO₂ – oxid siřičitý
 T_{sd} – reálná doba návratnosti
 TTO – těžké topné oleje
 TV – teplá voda
 TZL – tuhé znečišťující látky
 ÚT – ústřední topení
 VOC – těkavé organické látky
 ZP – zemní plyn
 ŽB – železobeton

Fyzikální veličiny

A – plocha [m²]
 A_c – celková energeticky vztažná plocha [m²]
 d – tloušťka [m]
 H_T – měrná ztráta prostupem tepla [W/K]
 n – násobnost výměny vzduchu [h⁻¹]
 n₅₀ – intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa [h⁻¹]
 R – tepelný odpor [(m²K)/W]
 R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [(m²K)/W]
 R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [(m²K)/W]
 R_T – tepelný odpor konstrukce [(m²K)/W]
 U – součinitel prostupu tepla [W/(m²K)]
 U_d – součinitel prostupu tepla dveří [W/(m²K)]
 U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla [W/(m²K)]
 U_f – součinitel prostupu tepla rámu [W/(m²K)]
 U_g – součinitel prostupu tepla zasklení [W/(m²K)]
 U_{kc} – součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce [W/(m²K)]
 U_{N,20} – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m²K)]
 U_{rec,20} – doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m²K)]
 U_w – součinitel prostupu tepla okna [W/(m²K)]
 V – objem [m³]
 V_{inf,i} – množství vzduchu infiltrací [m³/h]
 V_{min,i} – nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů [m³/h]
 ΔT – rozdíl teplot [K]
 ΔU_{em} – přírážka na vliv tepelných vazeb [W/(m²K)]
 ΔU_{tb} – zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných vazeb mezi konstrukcemi [W/(m²K)]
 λ – součinitel tepelné vodivosti [W/(m*K)]

- Φ – celková tepelná ztráta budovy [kW]
 Φ_T – tepelná ztráta prostupem [kW]
 Φ_V – tepelná ztráta větráním [kW]

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obr. 1 Způsoby využití slunečního záření pro výrobu elektřiny [2]	12
Obr. 2 Podíl přímého a difúzního záření v podmínkách ČR [4]	13
Obr. 3 Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR ve W/m ² [4]	13
Obr. 4 Fotovoltaický článek [5]	14
Obr. 5 Základní konstrukce fotovoltaického modulu [6]	16
Obr. 6 Rozdíly mezi články [3]	16
Obr. 7 Monokrystalický panel [8]	17
Obr. 8 Polykrystalický panel [8]	17
Obr. 9 Amorfni panel [8]	18
Obr. 10 Polohovací dvouosá instalace [7]	20
Obr. 11 Fotovoltaické fólie na střechu [9]	20
Obr. 12 Schéma přímého výkupu [3]	21
Obr. 13 Schéma zapojení formou zeleného bonusu [3]	22
Obr. 14 Schéma zapojení formou ostrovního systému [3]	22
Obr. 15 Schéma hybridní fotovoltaické elektrárny [11]	23
Obr. 16 Asociace PV Cycle [13]	25
Obr. 17 Recyklační zařízení pro krystalické panely [12]	27
Obr. 18 Recyklační zařízení pro tenkovrstvé panely [12]	27
Obr. 19 Poloha objektu ve městě Kyjov [14]	29
Obr. 20 Pohled z jihu	30
Obr. 21 Pohled z východu	31
Obr. 22 Příklad použitého otopného tělesa	35
Obr. 23 Rozdělení na zóny – 1.NP	38
Obr. 24 Rozdělení na zóny – 2. a 3.NP	38
Obr. 25 Předmět energetického auditu	48
Obr. 26 Situační plán [14]	50
Obr. 27 Otopné těleso s termostatickou hlavicí	54
Obr. 28 Model systému managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001 [15]	58

Tabulky

Tab. 1 Účinnost různých materiálů fotovoltaických článků [6]	18
Tab. 2 Stěna obvodová N1	32
Tab. 3 Stěna obvodová N2	32
Tab. 4 Stěna obvodová přilehlá k zemině N2a	32

Tab. 5 Střecha plochá S1	33
Tab. 6 Strop nad suterénem P2	33
Tab. 7 Podlaha na zemině P1	34
Tab. 8 Výplně otvorů.....	34
Tab. 9 Ztráty prostupem	36
Tab. 10 Energetická náročnost – výchozí stav.....	39
Tab. 11 Měrná ztráta prostupem tepla.....	40
Tab. 12 Výplně otvorů.....	41
Tab. 13 Stěna obvodová N1	42
Tab. 14 Stěna obvodová N2.....	42
Tab. 15 Stěna obvodová přilehlá k zemině N2a.....	43
Tab. 16 Strop nad suterénem P2	43
Tab. 17 Střecha plochá S1	44
Tab. 18 Energetická náročnost – nový stav	44
Tab. 19 Měrná ztráta prostupem tepla.....	45
Tab. 20 Spotřeba tepla na vytápění a náklady	51
Tab. 21 Spotřeba tepla pro přípravu TV a náklady.....	51
Tab. 22 Spotřeba elektrické energie a náklady	51
Tab. 23 Soupis základních údajů o energetických vstupech	52
Tab. 24 Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie	53
Tab. 25 Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie	53
Tab. 26 Stěna obvodová N1	55
Tab. 27 Stěna obvodová N2.....	55
Tab. 28 Stěna obvodová přilehlá k zemině N2a.....	56
Tab. 29 Plochá střecha S1	56
Tab. 30 Strop nad suterénem P2	57
Tab. 31 Podlaha na zemině P1	57
Tab. 32 Stávající výplně otvorů.....	57
Tab. 33 Vyhodnocení součinitelů prostupu tepla stavebních konstrukcí.....	59
Tab. 34 Vyhodnocení součinitelů prostupu tepla výplní otvorů.....	59
Tab. 35 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy	60
Tab. 36 Výchozí roční energetická bilance.....	60
Tab. 37 Opatření č. 1 – součinitel přestupu tepla obvodové stěny N1	61
Tab. 38 Opatření č. 1 – součinitel přestupu tepla obvodové stěny N2.....	62
Tab. 39 Opatření č. 1 – součinitel přestupu tepla obvodové stěny přilehlé k zemině N2a....	62
Tab. 40 Opatření č. 1 - náklady.....	63
Tab. 41 Opatření č. 1	63
Tab. 42 Opatření č. 2 – součinitel přestupu tepla stropu nad suterénem P2.....	64
Tab. 43 Opatření č. 2 - náklady.....	64
Tab. 44 Opatření č. 2	65
Tab. 45 Opatření č. 3 – součinitel prostupu tepla střechy S1.....	66
Tab. 46 Opatření č. 3 - náklady.....	66

Tab. 47 Opatření č. 3	67
Tab. 48 Opatření č. 4 – součinitelé přestupu tepla výplní otvorů.....	68
Tab. 49 Opatření č. 4 – náklady.....	68
Tab. 50 Opatření č. 4	68
Tab. 51 Opatření č. 5 - náklady.....	69
Tab. 52 Opatření č. 5	70
Tab. 53 Opatření č. 6	71
Tab. 54 Porovnání uvažovaných opatření	72
Tab. 55 Sestavení Varianty I.....	73
Tab. 56 Varianta I.....	74
Tab. 57 Sestavení Varianty II	75
Tab. 58 Varianta II.....	76
Tab. 59 Porovnání variant.....	77
Tab. 60 Výsledky ekonomického vyhodnocení	80
Tab. 61 Emisní faktory	81
Tab. 62 Množství znečišťujících látek.....	81
Tab. 63 Upravená roční energetická bilance pro navržené varianty	83
Tab. 64 Doporučená varianta.....	85
Tab. 65 Ekonomické vyhodnocení doporučené varianty.....	86
Tab. 66 Ekologické vyhodnocení doporučené varianty	86
Tab. 67 Upravená roční energetická bilance.....	87

Grafy

Graf 1 Procentuální podíl energetické náročnosti.....	39
Graf 2 Procentuální podíl měrné ztráty prostupem tepla.....	40
Graf 3 Procentuální podíl energetické náročnosti.....	45
Graf 4 Procentuální podíl měrné ztráty prostupem tepla.....	46
Graf 5 Porovnání energetické náročnosti výchozího a nového stavu	46
Graf 6 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 1	63
Graf 7 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 2	65
Graf 8 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 3.....	67
Graf 9 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 4.....	69
Graf 10 Opatření č. 5 – solární soustava [16]	70
Graf 11 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 5.....	70
Graf 12 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a opatření č. 6.....	72
Graf 13 Porovnání uvažovaných opatření	73
Graf 14 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a Varianty I	74
Graf 15 Porovnání spotřeb energie výchozího stavu a Varianty II.....	76
Graf 16 Porovnání spotřeb energií	78
Graf 17 Porovnání variant z finančního hlediska.....	78
Graf 18 Porovnání množství znečišťujících látek	82

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Výstup z programu DEKSOFT Energetika – výchozí stav
- P2 Výstup z programu DEKSOFT Energetika – Varianta II
- P3 Zjednodušená měsíční bilance solární tepelné soustavy – opatření č. 5
- P4 Regulus – technický list solárního kolektoru KPS11

Volné přílohy

- | | | |
|----|----------------------------------------|---------|
| V1 | Schéma zapojení kotelny | |
| V2 | Půdorys 1.S | M 1:100 |
| V3 | Půdorys 1.NP | M 1:100 |
| V4 | Půdorys 2. a 3.NP | M 1:100 |
| V5 | Řez A-A | M 1:100 |
| V6 | Pohledy severozápadní a severovýchodní | M 1:100 |
| V7 | Pohledy jihozápadní a jihovýchodní | M 1:100 |

POUŽITÝ SOFTWARE

DEKSOFT Energetika

Microsoft Word 2016

Microsoft Excel 2016

AutoCAD 2018

Zjednodušená měsíční bilance solární tepelné soustavy (autoři: T. Matuška, B. Šourek, verze 2015/03)

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Kyjov, Mezi Mlaty 1108/7, 69701
Katastrální území:	678431
Parcelní číslo:	2031
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1951
Vlastník nebo stavebník:	Společenství pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov
Adresa:	Mezi Mlaty 1108/7 69701 Kyjov
IČ:	28359704
Tel./e-mail:	/

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	1 855,9
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	937,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,51
Celková energeticky vztahná plocha budovy A _c	[m ²]	586,1

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input checked="" type="checkbox"/> nad 80%		
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-1 1-EXT Okna 1500/1650 SV	29,7	1,30	-	-	1,00	38,61
VYP-2 1-EXT Okna 1500/1650 JZ	22,3	1,30	-	-	1,00	28,96
VYP-3 1-EXT Okna 2250/1650 JZ	7,4	1,30	-	-	1,00	9,66
VYP-4 1-EXT Okna 1400/1650 JZ	9,2	1,30	-	-	1,00	12,01
VYP-5 1-EXT Dveře balkonové	8,5	1,30	-	-	1,00	11,05
STN-9 1-EXT Stěna obvodová SV	113,4	1,22	-	-	1,00	138,31
STN-10 1-EXT Stěna obvodová JZ	119,3	1,22	-	-	1,00	145,56
STN-11 1-EXT Stěna obvodová SZ	104,8	1,22	-	-	1,00	127,86
STN-12 1-EXT Stěna obvodová JV	104,8	1,22	-	-	1,00	127,86
PDL-13 1-EXT Podlaha nad 1S	182,4	1,14	-	-	1,00	207,92
STR-14 1-EXT Střecha plochá	182,4	1,08	-	-	1,00	196,98
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,05$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	44,21
Celkem	884,2	-	-	-	-	1 088,99

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-6 2-EXT Okno 1500/1000 SV	1,5	1,30	-	-	1,00	1,95
VYP-7 2-EXT Okno 1500/2250 SV	6,8	1,30	-	-	1,00	8,78
VYP-8 2-EXT Dveře vstupní	3,3	1,40	-	-	1,00	4,55
STN-9 2-EXT Stěna obvodová SV	15,8	1,22	-	-	1,00	19,29
PDL-13 2-EXT Podlaha nad 1S	13,0	1,14	-	-	1,00	14,79
STR-14 2-EXT Střecha plochá	13,0	1,08	-	-	1,00	14,01
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,05$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	2,66
Celkem	53,3	-	-	-	-	66,02

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Obytné prostory	20,0	1732,71	0,48
zóna 2 - Schodiště	16,0	123,22	0,87

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	1,23	0,50	NE

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	CZT 1	CZT - OZE>80%	100	-	- / -	97	97
Z2	CZT 1	CZT - OZE>80%	100	-	- / -	97	97

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	CZT 1 - CZT	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energono- sitel	Pokrytí dílcí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energono- sitel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílcí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m³/h]	[Ws/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energono- sitel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílcí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení η_{RH-gen}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztahovaná k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztahovaná k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(l·den)]	[kWh/(m·den)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	CZT - OZE>80%	100	CZT-1 [-]	-	CZT-1 [-- -]	-	0.1500 0.1500 0.1500

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $> \eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	CZT 1 - CZT	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1		100	$P_n = 0,776$	0,05
Zóna 2		100	$P_n = 0,018$	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	40 261	101 151	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	12 361	12 361	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	74 010	109 698	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21 849	18 950	2 209,9	2 209,9
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	224,21	302,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	126,27	194,67	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	74 234	110 000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21 975	19 145	2 209,9	2 209,9
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	126,66	187,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,49	32,67	3,77	3,77

c) výrobní energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerční jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerční jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,SC,sys} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	2 706,61	3,2	3,0	8 661,16	8 119,84
CZT - OZE>80%	128 648,82	1,1	0,1	141 513,70	12 864,88
Celkem	131 355,43	x	x	150 174,86	20 984,72

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	98 418,80	Splněno (ANO/NE)	NE
(7)	Hodnocená budova		131 355,43		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	167,93		
(9)	Hodnocená budova		224,13		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	109 731,66	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		20 984,72		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	187,23		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		35,81		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	150 174,86
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	129 190,14
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	86,03

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energie z OZE	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	131,36	-	-

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	E
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc. Filip Jankes
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	1.11.2017
---------------------------	-----------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Kyjov, Mezi Mlaty 1108/7, 69701
Katastrální území:	678431
Parcelní číslo:	2031
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1951
Vlastník nebo stavebník:	Společenství pro dům Mezi Mlaty 1108, Kyjov
Adresa:	Mezi Mlaty 1108/7 69701 Kyjov
IČ:	28359704
Tel./e-mail:	/

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	1 855,9
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	937,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,51
Celková energeticky vztahná plocha budovy A _c	[m ²]	586,1

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input checked="" type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input checked="" type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-1 1-EXT Okna 1500/1650 SV	29,7	0,70	-	-	1,00	20,79
VYP-2 1-EXT Okna 1500/1650 JZ	22,3	0,70	-	-	1,00	15,60
VYP-3 1-EXT Okna 2250/1650 JZ	7,4	0,70	-	-	1,00	5,20
VYP-4 1-EXT Okna 1400/1650 JZ	9,2	0,70	-	-	1,00	6,47
VYP-5 1-EXT Dveře balkonové	8,5	1,00	-	-	1,00	8,50
STN-9 1-EXT Stěna obvodová SV	113,4	0,24	-	-	1,00	27,21
STN-10 1-EXT Stěna obvodová JZ	119,3	0,24	-	-	1,00	28,63
STN-11 1-EXT Stěna obvodová SZ	104,8	0,24	-	-	1,00	25,15
STN-12 1-EXT Stěna obvodová JV	104,8	0,24	-	-	1,00	25,15
PDL-13 1-EXT Podlaha nad 1S	182,4	0,30	-	-	1,00	54,72
STR-14 1-EXT Střecha plochá	182,4	0,16	-	-	1,00	29,18
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	17,68
Celkem	884,2	-	-	-	-	264,29

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-6 2-EXT Okno 1500/1000 SV	1,5	0,70	-	-	1,00	1,05
VYP-7 2-EXT Okno 1500/2250 SV	6,8	0,70	-	-	1,00	4,73
VYP-8 2-EXT Dveře vstupní	3,3	1,00	-	-	1,00	3,25
STN-9 2-EXT Stěna obvodová SV	15,8	0,24	-	-	1,00	3,79
PDL-13 2-EXT Podlaha nad 1S	13,0	0,30	-	-	1,00	3,89
STR-14 2-EXT Střecha plochá	13,0	0,16	-	-	1,00	2,08
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	1,07
Celkem	53,3	-	-	-	-	19,85

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Obytné prostory	20,0	1732,71	0,48
zóna 2 - Schodiště	16,0	123,22	0,87

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,30	0,50	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	CZT 1	CZT - OZE>80%	100	-	- / -	97	97
Z2	CZT 1	CZT - OZE>80%	100	-	- / -	97	97

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	CZT 1 - CZT	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energono- nositel	Pokrytí dílcí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladičí výkon	Chladičí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladičí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladičí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energono- nositel	Tepelný výkon	Chladičí výkon	Pokrytí dílcí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m³/h]	[Ws/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energono- nositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílcí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení η_{RH-gen}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztahovaná k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztahovaná k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(l·den)]	[kWh/(m·den)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	CZT - OZE>80%	100	CZT-1 [-]	-	CZT-1 [-- -]	-	0.1500 0.1500 0.1500

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $> \eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	CZT 1 - CZT	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1		100	$P_n = 0,776$	0,05
Zóna 2		100	$P_n = 0,018$	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	40 261	21 169	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	12 361	12 361	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	74 010	22 957	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21 849	18 950	2 209,9	2 209,9
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	224,21	226,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	126,27	194,67	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	74 234	23 184	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21 975	19 145	2 209,9	2 209,9
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	126,66	39,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,49	32,67	3,77	3,77

c) výrobní energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina: FVE 1	Budova	1 242,0	1,0	0,0	1 242,0	0,00
	Dodávka mimo budovu	652,89	-3,2	-3,0	-2 089,2	-1 958,7
Solární termické systémy Q _{H,SC,sys} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	1 388,67	3,2	3,0	4 443,75	4 166,02
CZT - OZE > 80%	41 907,92	1,1	0,1	46 098,71	4 190,79
Slunce, energie prostředí	1 241,99	1,0	0,0	1 241,99	0,00
elektrická energie - dodávka mimo budovu	-	-3,2	-3,0	-2 089,24	-1 958,66
Celkem	44 538,58	x	x	49 695,21	6 398,15

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	98 418,80	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		44 538,58		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	167,93		
(9)	Hodnocená budova		75,99		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	109 731,66	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		6 398,15		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m²)	[kWh/(m²rok)]	187,23		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m²)		10,92		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	49 695,21
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	43 297,07
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	87,13

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energie z OZE	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	44,54	-	-

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	ANO
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	ANO
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc. Filip Jankeš
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	1.11.2017
---------------------------	-----------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

Zjednodušená měsíční bilance solární tepelné soustavy

verze 2015/03

Akce: Solární kolektory pro ohřev TV
 Adresa: Mezi Mlaty 1108, Kyjov
 Kontakt:

Vypracoval: Filip Jankes
 Datum: 1. prosinec 2017

Příprava teplé vody

Vypočítat ze zadaných údajů

Měsíc	$Q_{p,TV}$ [kWh/měs]
Led	2220
Úno	2005
Bře	2220
Dub	2148
Kvě	2220
Čer	2148
Čvc	1776
Srp	1776
Zář	2148
Říj	2220
Lis	2148
Pro	2220

Počet osob 18 os
 Potřeba teplé vody 38 l/os.d
 Teplota SV 10 °C
 Teplota TV 55 °C
 Letní snížení potřeby 20 %
 Přirážka na ztráty 100 %

Centrální zásobníkový ohřev s ne

Vytápění

Měsíční údaje jsou známy

Měsíc	$Q_{p,VYT}$ [kWh/měs]
Led	
Úno	
Bře	
Dub	
Kvě	
Čer	
Čvc	
Srp	
Zář	
Říj	
Lis	
Pro	

Tepelná ztráta kW
 Návrhová vnitřní teplota °C
 Návrhová venk. teplota °C
 Teplota přívodní vody °C
 Přirážka na ztráty %
 Korekční součinitel 0,75
 Běžný standard

Bazén

Vypočítat ze zadaných údajů

Měsíc	$Q_{p,BAZ}$ [kWh/měs]
Led	
Úno	
Bře	
Dub	
Kvě	
Čer	
Čvc	
Srp	
Zář	
Říj	
Lis	
Pro	

Vnitřní zakrývaný
 Plocha bazénu m²
 Provozní doba h/den
 Teplota vody (den) °C
 Teplota vzduchu (den) °C
 Teplota vody (noc) °C
 Teplota vzduchu (noc) °C
 Počet návštěvníků os/m

Specifikace solárního kolektoru a solární soustavy

Druh: plochý

Typ: KPS11

Optická účinnost η_0 0,716 -
 Koeficient ztráty a_1 4,05 W/m²K
 Koeficient ztráty a_2 0,0062 W/m²K²
 Vztažná plocha kolektoru 2,52 m²
 Počet kolektorů 12 ks
 Plocha kolektorového pole 30,2 m²

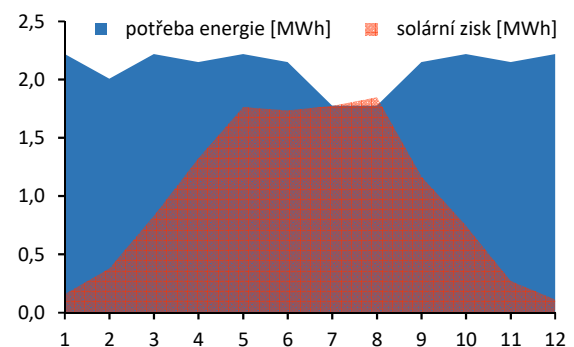
Příprava teplé vody
 Střední denní teplota v solárních kolektorech 43 °C
 Srážka z tepelných zisků vlivem tepelných ztrát 17 %
 Plocha apertury kolektoru 2,30 m²
 Sklon kolektorů 30°
 Azimut kolektorů 0°

Výsledky výpočtu

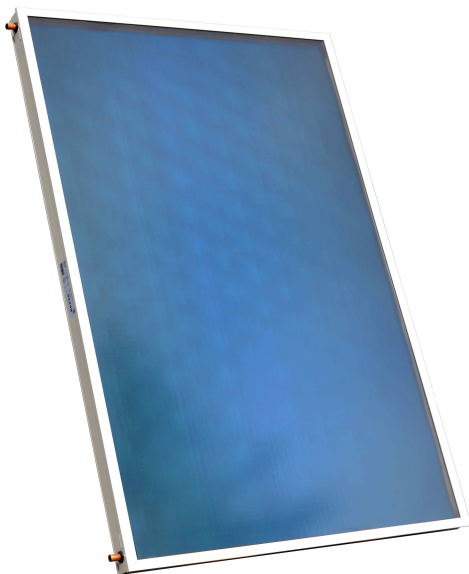
Měsíc	t_{es} °C	G_m W/m ²	H_T kWh/m ²	η_k -	Q_p MWh	$Q_{k,u}$ MWh	Q_{ssu} MWh
Led	1,8	356	32	0,22	2,22	0,16	0,16
Úno	2,7	434	53	0,32	2,00	0,38	0,38
Bře	6,3	506	91	0,41	2,22	0,83	0,83
Dub	10,7	529	129	0,46	2,15	1,32	1,32
Kvě	16,0	543	155	0,51	2,22	1,76	1,76
Čer	18,6	546	146	0,53	2,15	1,74	1,74
Čvc	20,5	538	146	0,54	1,78	1,77	1,77
Srp	21,1	526	152	0,54	1,78	1,85	1,78
Zář	17,1	501	104	0,50	2,15	1,17	1,17
Říj	11,7	444	80	0,42	2,22	0,75	0,75
Lis	6,4	369	41	0,29	2,15	0,27	0,27
Pro	3,6	325	25	0,20	2,22	0,11	0,11
Celkem			1154		25,25	16,83	12,02

Souhrnné výsledky

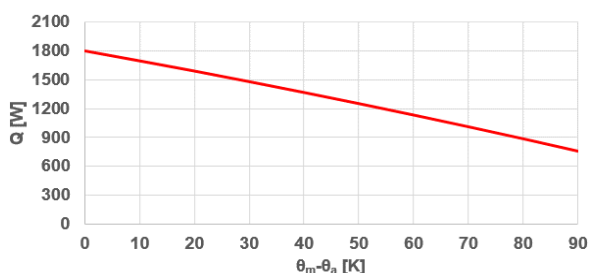
Energetický zisk soustavy 12,02 MWh/rok
 Měrný solární zisk 437 kWh/m².rok
 Solární pokrytí 47,6 %



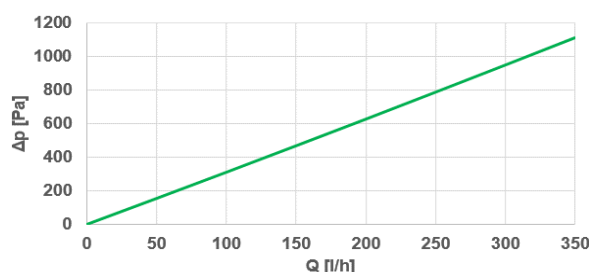
KPS11



Graf výkonu kolektoru



Graf tlakové ztráty kolektoru



Základní charakteristika

Použití	ohřev teplé vody, přitápění nebo ohřev bazénu pomocí solární energie
Popis	plochý solární kolektor
Pracovní kapalina	směs voda-glykol (max. 1:1)
Objednávací kód	16 278

Rozměry a váha

Výška x šířka x tloušťka	2037 x 1235 x 90 mm
Stavební šířka	1295 mm
Celková plocha	2,516 m ²
Plocha apertury	2,295 m ²
Plocha absorberu	2,278 m ²
Hmotnost bez kapaliny	45 kg

Zasklení

Materiál	kalené prizmatické sklo
Tloušťka	3,2 mm

Absorbér

Materiál	hliník, tl. 0,5 mm
Povrchová úprava	TiNOx
Konstrukční typ	lyrový, laserově svařený
Materiál přípojovacích trubek	měď
Rozměr přípojovacích trubek	4 x Ø 22 mm x 0,7 mm
Materiál trubek absorberu	měď
Rozměr trubek absorberu	11 x Ø 8 mm x 0,5 mm
Maximální pracovní tlak	10 bar
Maximální pracovní teplota	110 °C
Stagnační (klidová) teplota	200 °C
Objem pracovní kapaliny	1,7 l
Doporučený průtok	60 - 120 l/h

Tepelná izolace

Materiál izolace	minerální vlna
Tloušťka izolace	40 mm

Rám

Materiál rámu	slitina hliníku
Barva rámu	šedá
Zadní plech	pozink. ocel, tl. 0,5 mm

Účinnost kolektoru, lineární a kvadratický součinitel tepelné ztráty na celkovou plochu / aperturu / absorber

η_{0a} [-]	0,716 / 0,785 / 0,791
a_{1a} [W/m ² K]	4,05 / 4,44 / 4,47
a_{2a} [W/m ² K ²]	0,0062 / 0,0068 / 0,0069

Maximální výkon kolektoru při osvětlení 1000 W/m²

Q_{max}	1802 W
-----------	--------

Modifikátor úhlu dopadu

K_{θ}	0,91
--------------	------

Testováno podle ISO 9806:2013 a certifikováno značkou KEYMARK.